

Раздел: инженерные науки

Инновационные методы добычи высоковязких нефтей и битумов с поверхности

Волик Александр Игоревич, аспирант кафедры РЭНГМиПГ, УГТУ, г. Ухта.

Жангабылов Руслан Абдималикович, аспирант кафедры РЭНГМиПГ, УГТУ, г. Ухта.

Дуркин Сергей Михайлович, аспирант кафедры РЭНГМиПГ, УГТУ, г. Ухта.

Морозюк Олег Александрович, доцент кафедры РЭНГМиПГ, УГТУ, канд. техн. наук, г. Ухта.

Ружин Леонид Михайлович профессор кафедры РЭНГМиПГ, УГТУ, д-р. техн. наук, г. Ухта.

Из года в год вовлечение в активную разработку залежей высоковязких нефтей становится все более актуальной задачей. Этому способствует и высокий спрос на углеводородное сырьё со стороны потребителей и налоговые послабления со стороны государства. С другой стороны разработка таких месторождений требует решения целого ряда наукоёмких инженерных задач, а так же больших капитальных затрат, успешность которых сложно гарантировать.

Вместе с тем, доля добычи высоковязких нефтей в общемировой добыче неуклонно растёт. Мировыми лидерами по добыче трудноизвлекаемых запасов нефтей бесспорно можно считать Канаду, США, Венесуэлу и др., в то время как в России темпы вовлечения в разработку месторождений такого рода незначительны.

Одним из уникальнейших месторождений на территории Российской Федерации является Ярегское месторождение, расположенное в 20 километрах от города Ухта. Ярегское месторождение характеризуется аномально высокой вязкостью нефти ($10 \div 12$ тыс. мПа·с), трещиноватостью коллектора и наличием подстилающего водоносного горизонта почти на всей площади месторождения. Начальное пластовое давление - $1,0 \div 1,3$ МПа. Плотность нефти в пластовых условиях - 933 кг/м^3 , нефть малосернистая (до 1,1 % масс.), малопарафинистая (0,5 %). При повышении температуры нефти до $120 \text{ }^\circ\text{C}$ вязкость нефти уменьшается почти в 1000 раз. Поэтому термические методы добычи нефти в настоящее время являются безальтернативной технологией разработки залежей высоковязких нефтей и битумов.

Ярегское месторождение включает три структуры: Ярегскую, Лыаельскую и Вежавожскую. На месторождении на протяжении более 40 лет в промышленных

масштабах применяется термошахтная технология, по которой разрабатывается Ярегская площадь [1].

Применение термошахтной технологии может быть эффективным лишь на площадях, подготовленных действующими горными выработками при условии освоения новых менее затратных технологий. По этим причинам для разработки площадей месторождения, где горные сооружения отсутствуют (часть Ярегской площади, а также Лыаельская площадь) более целесообразно осваивать технологии теплового воздействия на пласт с поверхности.

В последнее время проводятся опытно-промышленные работы по испытанию канадской технологии термогравитационного дренирования пласта на Лыаельской площади Ярегского месторождения.

Термогравитационное дренирование пласта - эффективный метод добычи высоковязких нефтей и битумов, который представляет собой две горизонтальные параллельные скважины, расположенные одна над другой, где верхняя скважина нагнетательная, а нижняя добывающая. При постоянной закачке пара в верхнюю скважину образуется паровая камера (рис. 1).

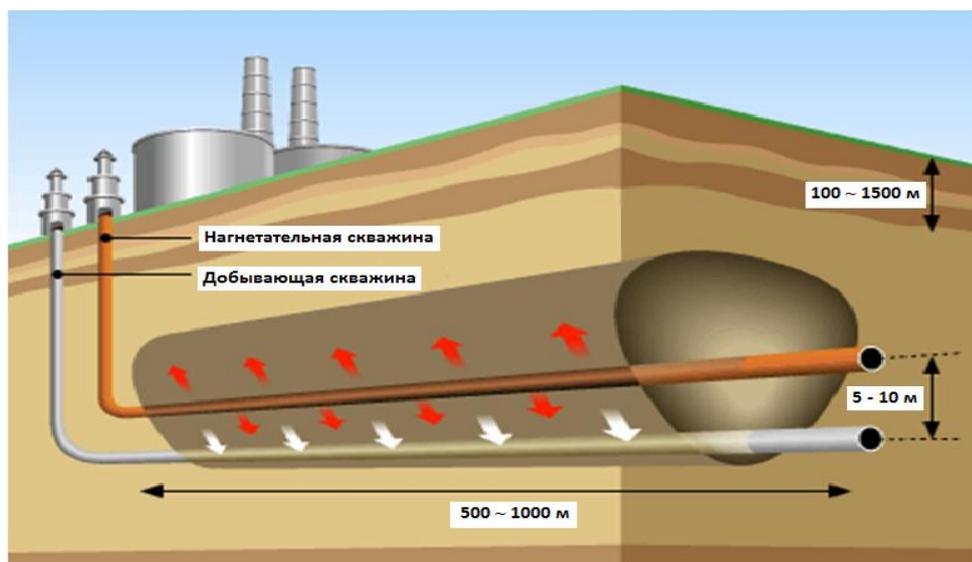


Рис. 1 - Технология термогравитационного дренирования пласта

Температура внутри паровой камеры становится практически равной температуре закачиваемого пара. На границе паровой камеры пар взаимодействует с холодной нефтью и конденсируется, а тепло передается нефти. Нагретая нефть и сконденсировавшийся пар по стенкам паровой камеры стекают к расположенной ниже добывающей скважине за счет гравитационной сегрегации [3].

Однако при всей успешности данной технологии на месторождениях Канады, США, Китая и др. стран, эта технология не учитывает особенностей геологического

строения пласта Лыаельской площади, препятствующие эффективному применению этой технологии. К основным особенностям строения пласта можно отнести высокую трещиноватость коллектора и присутствие непроницаемых аргилитовых пропластков. Наличие данных факторов препятствует образованию равномерной паровой камеры, снижает общую эффективность технологии и делает разработку площадей Ярегского месторождения по данной методике экономически нецелесообразной.

В связи с этим, сотрудниками центра высоковязких нефтей под руководством Рузина Л. М. были предложены новые, усовершенствованные системы разработки с учётом многолетнего опыта разработки Ярегской площади термощахтным способом, результатов опытно-промышленных работ, проводимых на Лыаельской площади, а так же уникальности геологического строения нефтенасыщенного пласта.

Одной из таких технологий является прогрев залежи высоковязкой нефти закачкой пара в подстилающий водоносный горизонт (рис.2).

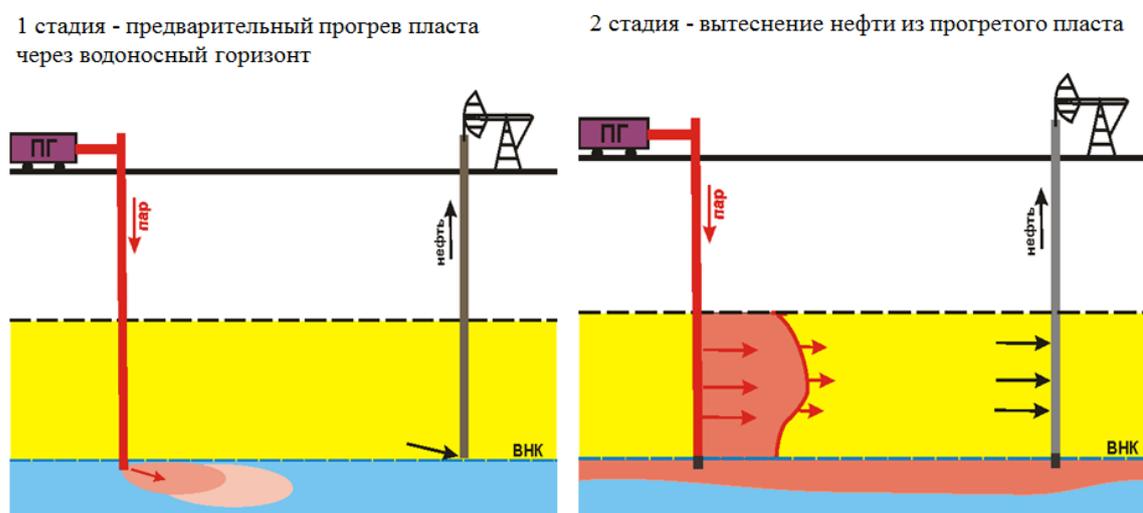


Рис. 2 - Способ разработки с предварительным прогревом пласта через водоносный горизонт

Фильтрационные сопротивления призабойных зон вертикальных скважин, не связанных с трещинами, из-за высокой вязкости нефти настолько велики, что невозможно обеспечить существенную скорость продвижения жидкости к забоям добывающих скважин при максимально допустимых давлениях нагнетания. В таком случае, можно добиться существенного снижения фильтрационных сопротивлений закачкой пара в подстилающий водоносный горизонт. На второй стадии водоносный горизонт изолируется, и закачиваемый пар вытесняет нефть от нагнетательных скважин в сторону добывающих [1].

Следующей высокотехнологичной системой разработки является улучшенная технология ТГДП с вертикальными нагнетательными скважинами вместо горизонтальных (рис. 3).

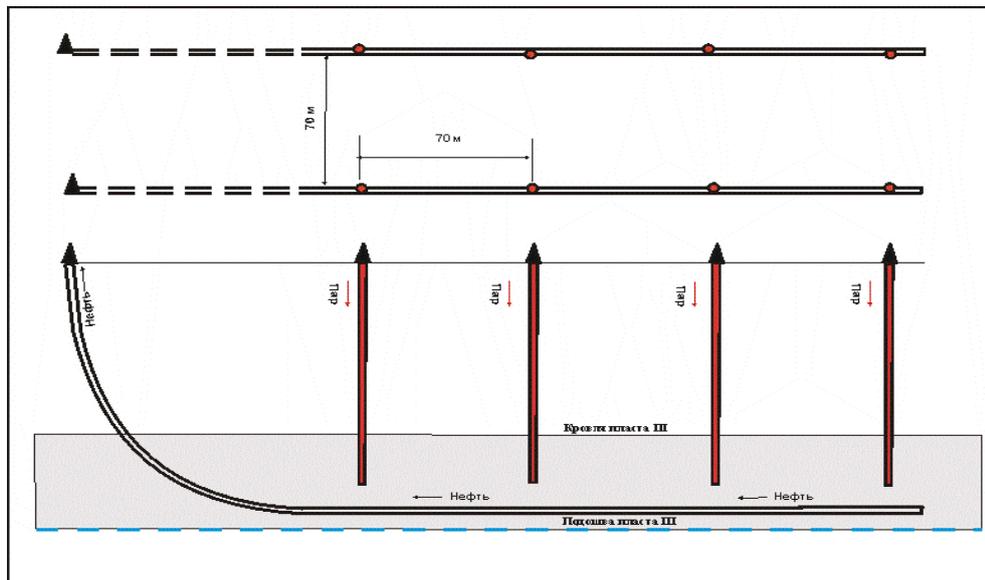


Рис. 3 - Комбинированная технология (ТГДП) с использованием вертикальных нагнетательных скважин

Таким образом, уменьшается вероятность попадания нагнетательной скважины в тектонические нарушения и трещины, и как следствие, уменьшается нерациональное использование закачиваемого в пласт пара. Нагнетательные скважины находятся непосредственно над горизонтальной добывающей, что позволяет осуществить эффективное вытеснение нефти с приемлемым темпом разработки месторождения. Для повышения площадного охвата пласта может рассматриваться следующая технологическая схема расположения скважин (рис. 4).

Эта технология основана на паротепловом воздействии на пласт с использованием комбинации вертикальных нагнетательных и горизонтальных добывающих скважин. Горизонтальные скважины позволяют эффективно использовать систему вертикальных тектонических нарушений для предварительного прогрева пласта и добычи нефти на первой стадии разработки. На второй стадии разработки переходят к закачке пара в вертикальные скважины. При этом нефть вытесняется в трещины, а затем в горизонтальные скважины, обеспечивая максимальный охват неоднородного слоистого пласта процессом нефтеизвлечения и высокие темпы отбора нефти [2].

*1 стадия – циклическая закачка пара
через горизонтальные скважины*

*2 стадия – вытеснение нефти из
пласта через вертикальные
скважины*

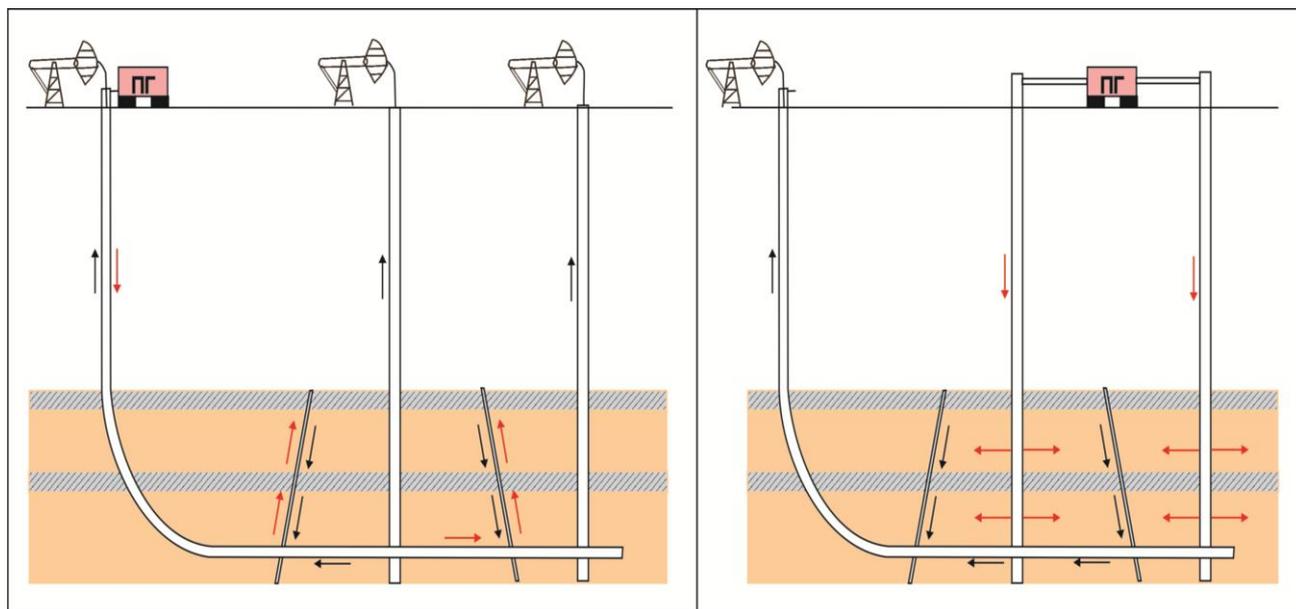


Рис. 4 - Комбинированная технология с использованием вертикальных и горизонтальных скважин с латеральным вытеснением нефти

Таким образом, успешная технология разработки, применяемая на одном месторождении, не обязательно принесет такие же результаты на другом. Несмотря на то, что на первый взгляд условия применения технологии могут показаться одинаковыми, каждая технология должна быть адаптирована под конкретное месторождение с учётом основных геологических свойств пласта и физико-химических свойств флюида. Технологии, предложенные сотрудниками центра высоковязких нефтей, позволят вовлечь в разработку новые площади уникального Ярегского месторождения.

Библиографический список

1. Рузин, Л. М. Технологические принципы разработки залежей аномально вязких нефтей и битумов / Л. М. Рузин, И. Ф. Чупров // Ухта: УГТУ, 2007. – 244 с.
2. Рузин Л. М. «Инновационные направления разработки залежей высоковязких нефтей и битумов» // Нефтяное хозяйство.-2012.-№1.-с.70-73.
3. Butler, R. M. Thermal Recovery of Oil and Bitumen, vol. 7. Prentice Hall, New Jersey USA, pp. 285-358, 1991.