

# ТЕХНОЛОГИИ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ВЫСОКОВЯЗКИХ НЕФТЕЙ

## Бычков Д.А.

Бычков Денис Андреевич – студент,  
кафедра разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений, факультет нефтегазового дела,  
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

**Аннотация:** по мере выработки запасов «легкой» нефти доля запасов «тяжелой» высоковязкой нефти (ВВН), которые традиционно относят к трудноизвлекаемым, в общем балансе запасов нефти возрастает. Поэтому будущее нефтедобывающей промышленности неизбежно связано с разработкой залежей высоковязкой тяжелой нефти.

В России геологические запасы высоковязкой нефти и битумов по разным оценкам варьируются от десяти до нескольких десятков млрд тонн. Разработка таких месторождений требует применения специальных дорогостоящих технологий. В то же время, ВВН относятся к категории низкосортной нефти и стоят дешевле маловязкой. Данные факты обуславливают низкую заинтересованность нефтяных компаний в разработке и переработке высоковязкой нефти.

**Ключевые слова:** нефть, добыча, вязкость, трудноизвлекаемые запасы, неоднородность пласта.

Согласно устоявшимся представлениям тяжелой нефтью являются углеводородные жидкости с плотностью 920–1000 кг/м<sup>3</sup> и вязкостью от 10 до 100 мПа·с. В другом конце категории тяжелой нефти находятся природные битумы. Это слаботекучие или полутвердые смеси преимущественно углеводородного состава с плотностью более 1000 кг/м<sup>3</sup> и вязкостью выше 10000 мПа·с. В промежутке между тяжелой нефтью и битумами находятся сверхтяжелые высоко-вязкие нефти с вязкостью от 100 до 10000 мПа·с и плотностью около 1000 кг/м<sup>3</sup> [2].

Мировой опыт разработки месторождений высоковязкой нефти показывает, что рентабельная разработка большинства из них ограничена в силу малодобитности нефтяных скважин и низкой нефтеотдачи достигаемой при эксплуатации залежи на естественном режиме или заводнении. Если первая из этих проблем достаточно удачно решается в последнее время путем бурения горизонтальных и многозбойных скважин, то для решения второй необходимо внедрение различных технологий воздействия на пласт (тепловые методы, реализация смешивающегося вытеснения и т.д.), не всегда показывающих высокую эффективность.

Основная проблема разработки месторождений тяжелой нефти заключается в её вязкости, а именно в неблагоприятном соотношении подвижности вытесняемого (нефти) и вытесняющего агента (например, вода). Изменить данную диспропорцию можно путем уменьшения вязкости самой нефти, либо путем увеличения вязкости вытесняющего агента, либо изменяя эти или другие управляющие вытеснением величины одновременно. К методам, направленным на снижение вязкости нефти относят тепловое воздействие, реализацию смешивающегося или частично смешивающегося вытеснения. К методам, направленным на увеличение вязкости вытесняющего агента можно отнести полимерное, пенное, эмульсионное, щелочное заводнение, гелеполимерное воздействие и т.д. В то же время существуют комплексные методы, к ним можно отнести термощелочное, термополимерное, конденсатополмерное, паропенное воздействия и другие. Как показано в ряде работ использование технологий нестационарного заводнения на ряде месторождений дало значительный эффект. Однако, как показывает практика, технологии НЗ имеют свойство «старения», т.е. длительное применение одной и той же технологии НЗ приводит к снижению ее эффективности [6].

Опыт применения технологий НЗ на залежах ВВН небольшой. Имеются данные о снижении вязкостной неустойчивости за счет применения циклического заводнения и существенного улучшения показателей разработки залежей вязких нефтей с вязкостью более 90 мПа·с. Залежи высоковязких нефтей характеризуются резким нарастанием эффекта от нестационарного заводнения и быстрым его снижением. Для поддержания эффекта НЗ на этих залежах необходимо часто изменять применяемую технологию. НЗ также эффективно в разработке залежей высоковязкой нефти в карбонатных и терригенных коллекторах и даже "в сравнительно однородных пластах, содержащих вязкую нефть"

В работе [5] было показано, что применение технологий нестационарного воздействия на нефтенасыщенные коллектора более эффективно на тех объектах разработки, где, при прочих равных условиях, выше величина соотношения представлена в формуле (1):

$$k_{эфф} = \frac{Q_{подвижные}^0}{Q_{извлекаемые}^0} \quad (1)$$

где  $Q_{подвижные}^0$  - величина начальных потенциальных подвижных запасов нефти;  $Q_{извлекаемые}^0$  - величина начальных извлекаемых запасов нефти для стационарной системы разработки. Т.е. чем больше величина потенциальных подвижных запасов нефти, которые не могут быть освоены действующей стационарной системой разработки, тем выше эффект от применения технологий НЗ + ИНФП. В связи с

данным принципом особое значение приобретают карты недренируемых подвижных запасов нефти, указывающие на области эффективного применения технологий НЗ [3].

Для месторождений с высокой вязкостью нефти (более 100 мПа·с) нестационарные процессы в пласте имеют ряд особенностей. Эти особенности обусловлены: 1) предельно резко различающиеся времена реакции зон пластовой системы, отличающихся по проницаемости и насыщенности флюидами, на гидродинамические возмущения; 2) возможным выделением растворенного газа и дегазацией нефти при перераспределении давления по пласту. Высокий контраст пьезопроводности различных участков пласта (пропластков) приводит к высоким градиентам давления в межпластовых контактах и интенсивным перетокам флюидов. Наряду с положительным эффектом межпластовых перетоков флюидов для перенаправления фильтрационных потоков в зоны невыработанных запасов, при неадекватном выборе динамики изменения режима работы скважин могут возникать осложнения в разработке. К таким осложнениям относятся: 1) возможное повреждение коллектора, главным образом в ПЗП и на контакте пласта с эксплуатационной колонной, которое может привести к появлению заколонных водоперетоков или образованию в ПЗП стойкой водонефтяной эмульсии; 2) формирование неустойчивых фронтов вытеснения и новых языков обводненности в пласте, приводящее к усилению расчлененности коллектора зонами высокой подвижности флюидов и ухудшению извлекаемости запасов; 3) неоднозначные последствия быстрого разгазирования нефти в пропластках, исходно слабо экранированных от основного продуктивного горизонта. Близкое к пластовому давлению давление насыщения нефти газом ограничивает также возможности форсирования отбора и некоторых других гидродинамических манипуляций, связанных со снижением забойного давления на добывающих скважинах.

#### *Список литературы*

1. *Акишев И.Т.* Битумные залежи пермских отложений Татарии, перспективы их поисков и разведки [Текст] / И.Т. Акишев, Р.Х. Муслимов, Н.П. Лебедев // Геология нефти и газа, 1974. № 4. С. 23-27.
2. *Мингареев Р.Ш.* Эксплуатация месторождений битумов и горючих сланцев [Текст]: учебное пособие / Р.Ш. Мингареев, И.И. Тучков. М.: Недра, 1980. 572 с.
3. *Муслимов Р.Х.* Современные методы управления разработкой нефтяных месторождений с применением заводнения [Текст]: учебное пособие / Р.Х. Муслимов. Казань: Изд-во Казанского университета, 2002. 596 с.
4. *Владимиров И.В.* Нестационарные технологии нефтедобычи (этапы развития, современное состояние и перспективы) [Текст]: учебное пособие / И.В. Владимиров. М.: ВНИИОЭНГ, 2004. 216 с.
5. Применение нестационарного заводнения на залежах высоковязкой нефти с коллектором двойной проницаемости. Теория [Текст] / И.В. Владимиров, Э.М. Велиев, Э.М. Альмухаметова, Д.Т. Абилхаиров // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов, 2014. № 4 (98). С. 16-25.
6. *Владимиров И.В.* Применение нестационарного заводнения в однородном по проницаемости коллекторе, насыщенном высоковязкой нефтью [Текст] / И.В. Владимиров, Э.М. Велиев, Э.М. Альмухаметова / Энергоэффективность. Проблемы и решения: материалы XIV Международной научно-практической конференции (Уфа, 23 октября 2014 г.) / коллектив авторов. Уфа: Изд-во ГУП «ИПТЭР»: Изд-во ГАНУ ИНТНМ РБ, 2014. С. 50-52.