

## **УЧЕТ ГЕОЛОГО-ФИЗИЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ ПРИ ПЛАНИРОВАНИИ НЕСТАЦИОНАРНОГО ЗАВОДНЕНИЯ**

**П. П. Повжик<sup>1</sup>, Н. А. Демяненко<sup>2</sup>, Н. П. Захарова<sup>3</sup>**

<sup>1</sup>*РУП «Производственное объединение «Белоруснефть», г. Гомель*

<sup>2</sup>*Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

<sup>3</sup>*Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «КогалымНИПИнефть»  
в г. Тюмень, Российская Федерация*

На эффективность нестационарного заводнения (НЗ) оказывает влияние ряд геолого-технологических факторов (И. Н. Шарбатова, М. Л. Сургучев (1988); В. Е. Гавура (1950); И. В. Владимиров (2004)).

К геологическим факторам относят:

– наличие слоисто-неоднородных пластов с хорошей гидродинамической связью между пропластками или блоковое строение с трещинами и блоками пористых коллекторов;

– хорошая гидродинамическая связь между добывающими и нагнетательными скважинами;

– площадное и блоковое сочетание коллекторов разного типа – высоко- и низкопродуктивных, приводящее к неравномерной выработке запасов при стационарном заводнении;

– достаточно высокие остаточные извлекаемые запасы нефти;

– средняя и высокая текущая обводненность реагирующих добывающих скважин;

– уровень текущего пластового давления, близкий к начальному.

К технологическим факторам отнесены:

– возможность регулирования в широком диапазоне режимов работы нагнетательного и добывающего фонда скважин;

– запас по забойному давлению у большинства реагирующих добывающих скважин, обеспечивающий их стабильную работу во время остановок нагнетательных скважин;

– большой реагирующий фонд добывающих скважин.

При разработке залежей породы-коллекторы подвергаются постоянному интенсивному различного рода воздействию, особенно в процессе выполнения ГТМ. На одних и тех же участках залежей одновременно с НЗ широко внедряются для повышения нефтеотдачи физико-химические технологии, гидроразрыв пласта, уплотнение сетки скважин бурением боковых стволов, горизонтальных и многоствольных скважин, реперфорация и приобщение интервалов и т. п. Анализ эффективности нестационарного заводнения на участках комплексного воздействия с одновременным проведением других ГТМ показал:

1. Если адресные обработки нагнетательных скважин потокоотклоняющими составами (ПОС) провели в период остановок нагнетательных скважин НЗ, то технологическая эффективность НЗ невысокая и наоборот, проведение химического воздействия на пласт более чем за 4 месяца до проведения НЗ дает хороший технологический эффект. Аналогичным образом небольшие периоды времени между химическими методами повышения нефтеотдачи и НЗ снижают эффективность НЗ.

2. Удельная эффективность НЗ на участках с ГРП максимальна при охвате ГРП не более 25 % добывающих реагирующих скважин. При увеличении охвата скважин участка НЗ ГРП более чем на 50 % и увеличении количества повторных операций ГРП эффективность НЗ снижается.

3. Дополнительные ГТМ (уплотнение сетки скважин бурением боковых стволов, горизонтальных и многоствольных скважин, реперфорация и приобщение интервалов и т. п.), направленные на увеличение конечного коэффициента извлечения нефти по месторождениям, проведенные в период между первой и последующими операциями нестационарного воздействия, положительно отразились на эффективности повторных НЗ, по-видимому, из-за подключения в разработку за счет выполненных ГТМ новых, слабо выработанных зон. Поэтому эффективность повторных НЗ увеличилась.

4. Эффективность НЗ во многом определяется особенностями геологического строения объектов разработки.

5. При планировании НЗ необходимо учитывать выполненные и планируемые к проведению операции по закачке ПОС, охват фонда скважин участка НЗ ГРП и другими видами ГТМ, а также особенности геологического строения объектов, на которых выбраны участки для НЗ.

Для проведения эффективного нестационарного заводнения необходимо обеспечить запланированные изменения приемистости нагнетательных скважин по участкам в каждом из полуциклов воздействия и интенсивность передачи импульса давления для формирования градиента давления между связанными низко- и

высокопроницаемыми пропластками, между блоками и трещинами, достаточного для активного проявления обменных процессов флюидом между низко- и высокопроницаемыми зонами. На интенсивность передачи импульса давления на пласт, в результате остановки или запуска нагнетательных скважин в полуцикле, существенное влияние оказывают наличие в призабойной зоне кольматации порового пространства и наличие естественных или техногенных трещин ГРП. Чем больше процент нагнетательных скважин с закольматированной околоствольной зоной, от суммарного их количества, участвующих в операции НЗ, тем ниже удельная эффективность НЗ. При этом тем ниже значение передаваемого импульса на пласт при остановке нагнетательных скважин. В то же время остановка нагнетательных скважин, имеющих перед НЗ раскрытые трещины, приводит к их закрытию и снижению объемов добываемой воды, повышению рентабельности добычи нефти.

Комплексный анализ геологических и технологических факторов позволил обоснованно подойти к реализации нестационарного заводнения на месторождениях РУП «ПО «Белоруснефть». Разработана технологическая схема многоэтапного НЗ и критерии выбора объектов для ее реализации, которые включали:

- объемы подвижных остаточных извлекаемых запасов нефти, приходящихся на одну скважину действующего добывающего фонда не менее 10 тыс. т;
- состояние системы ППД (возможность регулирования объемов закачки воды в залежь в пределах 50 % от оптимальных, запас по приемистости нагнетательных скважин до 50 %, возможность перераспределения объемов закачки по участкам залежи);
- энергетическое состояние залежи (наличие запаса пластового давления для стабильной работы добывающего фонда скважин);
- наличие химических композиций для ПНП, адаптированных к термобарическим условиям конкретных залежей;
- виды и объемы выполненных ГТМ и их эффективность;
- состояние околоствольной зоны нагнетательных скважин и возможность интенсивной передачи импульса давления, достаточного для активного проявления обменных процессов флюидом между низко- и высокопроницаемыми зонами.

На основании разработанных критериев первоочередным объектом для реализации НЗ была подобрана семилукская залежь нефти восточного блока Тишковского месторождения. Технология многоэтапного НЗ реализована в течение 2014–2017 гг. В результате дополнительно добыто более 4500 т нефти. За период реализации НЗ прирост КИН составил 0,31 %. Экономический эффект получен в объеме 272 тыс. долл. США. С апреля 2017 г. начат второй повторный цикл работ по многоэтапному НЗ на семилукской залежи восточного блока Тишковского месторождения. Планируется полученный опыт НЗ расширить на семилукские залежи второго блока Восточно-Первомайского и Осташковичского, воронежско-саргаевскую залежь Вишанского месторождений.