

УДК 622.276

**ТЕХНОЛОГИЯ ДОБЫЧИ БЕЗВОДНОЙ НЕФТИ
НА ОБВОДНЕННЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ**

**TECHNOLOGY OF PRODUCTION OF WATERLESS OIL
ON THE FLOODED FIELDS**

Бакиев А.В., Хазиев Н.Н., Хасанов И.Ю.

**Академия наук Республики Башкортостан,
г. Уфа, Российская Федерация**

A.V. Bakiyev, N.N. Haziev, I.Yu. Hasanov

**Academy of Sciences Republic of Bashkortostan
Ufa, the Russian Federation**

e-mail: neftigaz@anrb.ru

Аннотация. Современная технология добычи нефти сопровождается поддержанием пластового давления путем закачки воды в пласт. Такая технология добычи нефти считалась крупным технологическим достижением, приведшим к интенсификации извлечения нефти из пласта. Основным принципом системы поддержания пластового давления являлась необходимость закачки в пласт воды столько, сколько жидкости извлекается из пласта, т.е. в случае извлечения воды вместе с нефтью из пласта общее количество жидкости складывается из объема нефти и воды.

При таких условиях закачки воды в нефтяной пласт добываемая нефть быстро обводняется, затраты на добычу нефти увеличиваются, резко ухудшается экологическая обстановка на объектах добычи нефти.

В статье излагается технология добычи безводной нефти на обводненных месторождениях. Основой такой технологии является результат анализа практики добычи нефти на обводненных месторождениях. Технология включает совершенствование системы

поддержания пластового давления и извлечение нефти из пласта. В целом, предполагаемая технология добычи безводной нефти на обводненных месторождениях заключается в четком ограничении количества закачиваемой воды в пласт, так, чтобы вода не поднималась выше кровли нефтяного пласта, а из нефтедобывающих скважин извлекать только нефть, прекратив кругооборот воды через нагнетательные и нефтедобывающие скважины.

Предполагаемая технология добычи безводной нефти на обводненных месторождениях действительно позволяет добывать безводную нефть, при этом прекращается кругооборот воды через нефтяной пласт, снижается количество воды, используемой в системе поддержания пластового давления в 4-5 раз, соответственно снижаются энергозатраты на закачку воды в пласт, на транспортировку и очистку извлеченной воды из пласта, прекращается загрязнение окружающей среды пластовой водой, снижаются затраты на добычу нефти.

Abstract. The modern technology of oil production is followed by maintenance of reservoir pressure by pumping water in layer. Such technology of oil production was considered as the large technological achievement which led to an oil recovery intensification from layer. The basic principle of system of maintenance of reservoir pressure was need of downloading in water layer so much, how many liquids is extracted from layer, i.e. in case of extraction of water together with oil from layer the total of liquid consists of the volume of oil and water.

Under such circumstances pumping water in oil layer the extracted oil quickly is flooded, costs of oil production increase, the ecological situation on objects of oil production sharply worsens.

In article the technology of production of waterless oil on the flooded fields is stated. A basis of such technology is the result of the analysis of practice of oil production on the flooded fields. The technology includes improvement of system of maintenance of reservoir pressure and oil recovery from layer. In

general, the estimated technology of production of waterless oil on the flooded fields consists in accurate restriction of amount of the pumped water in layer so that water didn't rise above a roof of oil layer, and from oil-extracting wells to extract only oil, having stopped a water circulation through delivery and oil-extracting wells.

The estimated technology of production of waterless oil on the flooded fields really allows to extract waterless oil, thus the water circulation through oil layer stops, the amount of water decreases, used in system of maintenance of reservoir pressure by 4-5 times, energy consumption on pumping water in layer, on transportation and purification of the extracted water from layer respectively decreases, environmental pollution by reservoir water stops, costs of oil production decrease.

Ключевые слова: добыча нефти, обводненные месторождения, поддержание пластового давления, безводная нефть, контроль состояния обводнения пласта.

Key words: oil production, the flooded fields, maintenance of reservoir pressure, waterless oil, control of a condition of flood of layer.

В настоящее время широко распространена технология добычи нефти при условиях поддержания пластового давления путем закачки в пласт воды.

Основным условием закачки воды в пласт при добыче нефти по теории поддержания пластового давления является восстановление давления в пласте из-за извлечения нефти из пласта. Однако из-за соотношения плотностей земной породы и воды восстановить пластовое давление является практически нереальным, т.е. для этого необходимо закачать воду, образующую столб высотой в 2...3 раза выше глубины нефтедобывающей скважины из-за различия плотностей воды и горной породы. Таким образом, задача поддержания пластового давления в

первоначальном состоянии до начала добычи нефти является нереальной. На практике возможно лишь занимать пространство в пласте, освободившееся после извлечения нефти. При закачке в пласт воды при добыче нефти следует ожидать именно этого процесса.

В настоящее время через нагнетательные скважины в нефтяной пласт закачивается вода под давлением, превышающим пластовое давление. Видимо, большее давление, чем пластовое, расходуется на преодоление сопротивления по пути движения закачиваемой воды в пласт, а при достижении нефтедобывающей скважины бесполезно поступает на прием глубинного насоса. При этом образуется бесполезный кругооборот большого количества воды через нефтяной пласт и скважины нагнетательные и нефтедобывающие. При средней обводненности добываемой нефти 80% количество такой воды составляет в 4 раза больше количества добываемой нефти.

При этом, извлекаемая вода из пласта вместе с добываемой нефтью загрязняет окружающую среду – верхний слой земной коры, воздух, водоемы. Такая технология добычи нефти резко удорожает добычу, не менее чем в 2 раза, т.е. требуются дополнительные трудозатраты, специальное оборудование, энергозатраты и т.д.

Анализ изменения пластовых давлений во время эксплуатации месторождений нефти на примере Минибаевской площади ОАО «Татнефть» /1/ показывает динамику нестационарного заводнения и отбора жидкости из нефтедобывающих скважин. Так, начальное пластовое давление в горизонте Д1, составляло 17,5 МПа. До начала закачки воды в нагнетательные скважины пластовое давление при добыче нефти снизилось до 13,4 МПа. Далее в период организации закачки воды пластовое давление возросло до уровня 18,1 МПа. В дальнейшем с целью ограничения отбора попутно добываемой воды с нефтью проводились мероприятия по оптимизации режима эксплуатации высокообводненных

скважин, в результате чего среднее забойное давление в добывающих скважинах за последние 10 лет установилось на уровне 9,66 МПа.

Анализ карт пластовых давлений горизонта Д1 показывает, что наблюдается изменение пластового давления как выше первоначального (более 17,5 МПа), так и ниже давления насыщения (9 МПа). Резкие скачки значений давлений во времени (более 50 лет) позволяют предположить, что они являются одной из причин создания неуправляемых фильтрационных потоков и повышенного отбора воды, с одной стороны, и причиной изменения коллекторских свойств, с другой [1]. Дальнейшие исследования по совершенствованию технологии добычи нефти на обводненных месторождениях могут привести к эффективным технологиям добычи нефти. Такие исследования показывают, что совершенствование технологии добычи нефти дает эффект, значительно превышающий затраты на такие исследования.

Основные усилия при таких исследованиях необходимо направить на предупреждение извлечения воды вместе с добываемой нефтью. Предварительный анализ состояния технологии добычи нефти на обводненных месторождениях и технологии закачки воды в пласт с целью поддержания пластового давления может привести к решению поставленной задачи.

При этом необходимо иметь в виду влияние пластового давления на вытеснение нефти из пласта, изменение уровня воды в нефтедобывающей скважине, влияние уровня воды в скважине на приток нефти из пласта в нефтедобывающую скважину.

Можно предположить, что вода, появляющаяся в нефтедобывающей скважине выше верхнего уровня перфорации в обсадной колонне, уже начинает препятствовать притоку нефти из пласта в скважину, а при достижении уровня воды уровня размещения глубинного насоса, одновременно с добываемой нефтью откачивается из скважины и вода.

А при оптимальной технологии добычи нефти в продукции скважины вода должна отсутствовать.

Основными условиями обеспечения добычи безводной нефти на обводненных месторождениях являются соблюдение уровня обводнения нефтяного пласта при закачке воды для поддержания пластового давления не выше верхней границы перфорации обсадной колонны и обеспечение стабильной работы глубинного насоса при откачке безводной нефти. При этом эти параметры необходимо контролировать и обеспечить их поддержание в процессе работы скважины.

Условия работы нефтескважин на обводненных месторождениях отличаются тем, что даже при обводнении продукции скважины до 80% дебит продукции скважины остается малым. Например, по данным [2] на объектах ОАО «Башнефть» большинство скважин имеют дебит продукции скважин не более $10 \text{ м}^3/\text{сут}$.

При таких условиях, если исключить извлечение из скважин воды, в количестве 80 % в составе продукции скважины, необходимо иметь штанговый насос производительностью порядка $2 \text{ м}^3/\text{сут}$. При таких условиях станки-качалки типа 9СК20-4,2-12000 обеспечивают работу глубинного насоса в непрерывном режиме [3].

Приведенная оценка условий добычи нефти на обводненных месторождениях позволяет уверенно подтверждать реализуемость предлагаемого технического решения по совершенствованию технологии поддержания пластового давления и совместно обеспечить добычу безводной нефти на обводненных месторождениях нефти.

В настоящее время безудержный оборот воды путем закачки воды в пласт и обратной выкачки ее вместе с нефтью нефтяники оправдывают тем, что в нефтяном пласте образуется поток воды, который с собой увлекает нефть из пласта и повышает приток нефти к нефтескважине. Но при этом нет оценки, что приобретаем - доход или расход.

В связи с таким пониманием попробуем оценить возможность образования потока воды, способного увлечь с собой нефть.

Для примера принимаем исходные данные из практики, например, пусть дебит продукции скважины – $10 \text{ м}^3/\text{сут}$, обводненность – 80%, высота области перфорации скважины – 1 м, диаметр обсадной колонны – 150 мм.

Исходя из исходных данных, оценим скорость движения жидкости в зоне нефтедобывающей скважины.

Скорость движения жидкости определяем как отношение дебита продукции скважины на сечение области, где происходит движение жидкости.

Скорость движения жидкости в скважине до приема глубинного насоса в скважине. Внутреннее сечение обсадной колонны составляет $0,018 \text{ м}^2$. При дебите продукции скважины $10 \text{ м}^3/\text{сут}$, скорость жидкости в обсадной колонне составит $555 \text{ м}/\text{сут}$ или $0,0064 \text{ м}/\text{сек}$, т.е. около $1 \text{ см}/\text{сек}$.

Скорость жидкости у наружной стенки обсадной колонны. Здесь площадь сечения определяется как произведение длины окружности обсадной колонны на высоту области перфорации обсадной колонны и имеем 4710 см^2 или $0,4710 \text{ м}^2$. Тогда имеем скорость жидкости $21,23 \text{ м}/\text{сут}$ или $0,000246 \text{ м}/\text{сек}$, т.е. около $0,03 \text{ см}/\text{сек}$.

Скорость движения жидкости в пласте на расстоянии от скважины 1 м составит $0,0037 \text{ м}/\text{с}$.

Такие оценки позволяют сделать вывод, что при таких скоростях потока воды в пласте нефть выносится из пласта потоком воды, не имеет никаких оснований. При таких условиях оправдать извлечение воды из пласта вместе с добываемой нефтью не имеет никаких оправданий. Наглядным примером искажения ожидаемого эффекта использования технологии поддержания пластового давления и технологии добычи нефти является практика добычи нефти на Галинской площади в Западной 2.

На этом месторождении нефти разработка велась по классической технологии для нефтяных месторождений Западной Сибири. Площадь разрезана на блоки поперечными рядами нагнетательных и добывающих скважин (на один ряд нагнетательных соответствуют три ряда добывающих), интенсивно нагнеталась вода с целью ППД.

На месторождении начали добывать нефть в 1988 году. На ДНС-17 среднегодовой дебит нефти составлял 19,5 т/сут, в продукции скважины вода отсутствовала. Вода появилась в 1989 году и достигла до 50% в продукции скважин. В 1991 году дебит жидкости составил 67,4 м³/сут, где нефть составляла 12,4 т/сут. К 1996 году при дебите жидкости 80 м³/сут нефть составляла только 2,4 т/сут.

Такой результат на новом месторождении нефти достигнут из-за интенсивной закачки в пласт воды с самого начала эксплуатации нефтяного месторождения. При этом нефтяники имели только большой убыток вместо дохода.

Несмотря на такой опыт достижения отрицательного результата, технология поддержания пластового давления и добычи нефти существенной корректировки не имела, а пытались только изолировать обводненные пласты и пропластки путем установки цементного моста, предлагалось циклическое заводнение пласта, или полностью прекращать закачку воды в пласт.

Возникновение таких предложений подтверждает актуальность и необходимость нашего предложения по совершенствованию технологии добычи нефти при условиях поддержания пластового давления закачкой воды.

Совершенствование технологии добычи нефти при условиях поддержания пластового давления закачкой воды заключается в четком ограничении количества закачиваемой воды в пласт, так, чтобы вода не поднималась выше кровли нефтяного пласта, а на нефтедобывающих скважинах извлекать только нефть, прекратив кругооборот воды через

нагнетательные и нефтедобывающие скважины. На практике такая технология легко реализуется.

Выводы

Анализируются достигнутые результаты по добыче нефти при условиях поддержания пластового давления. При этом произошло обводнение добываемой нефти до 90%, что привело к увеличению затрат на добычу нефти и резкому ухудшению экологической безопасности на объектах добычи нефти.

Предлагается новая технология добычи безводной нефти на обводненных месторождениях при условиях корректировки технологии поддержания пластового давления.

Такая технология добычи безводной нефти позволяет сократить затраты на добычу нефти более чем в 2 раза, что является актуальным при условиях снижения рыночной цены при поставке на экспорт.

Список используемых источников

1 Разработка нефтяных пластов в поздней стадии / Хисамутдинов Н.И. [и др.]. Геология и разработка нефтяной залежи в поздней стадии. М.: ОАО «ВНИИОЭНГ», 2004. Том 1. 252с.

2 Организация учета и измерения количества нефтяного газа на промыслах и пути их совершенствования / Гумеров А.Г. [и др.]. Уфа: ГУП РБ «Уфимский полиграфкомбинат», 2009. 240 с.:ил.

3 Уразаков К.Р. Эксплуатация наклонно направленных насосных скважин. М.: Недра, 1993. 169 с.: ил.

4 Техничко-экономические расчеты разработки участка скважин ДНС – 17 Талинской площади: Отчет о НИР, руководители Уразаков К.Р., Минликаев В.З., БашНИПИнефть. Уфа, 1996. 100 с.

References

1 Razrabotka neftjanyh plastov v pozdnej stadii / Hisamutdinov N.I. [i dr.]. Geologija i razrabotka neftjanoy zalezhi v pozdnej stadii. M.: OAO “VNIIOJeNG”, 2004. Tom 1. 252s. [in Russian].

2 Organizacija ucheta i izmerenija kolichestva neftjanogo gaza na promyslah i puti ih sovershenstvovaniya / Gumerov A.G. [i dr.]. Ufa: GUP RB «Ufimskij poligrafkombinat», 2009. 240 s.:il. [in Russian].

3 Urazakov K.R. Jekspluatacija naklonno napravlennyh nasosnyh skvazhin. M.: Nedra, 1993. 169 s.:il. [in Russian].

4 Tehniko-jekonomicheskie raschety razrabotki uchastka skvazhin DNS – 17 Talinskoj ploshhadi: Otchet o NIR, BashNIPIneft', rukovoditeli Urazakov K.R., Minlikaev V.Z., Ufa, 1996. 100 s. [in Russian].

Сведения об авторах

About the authors

Бакиев А.В., академик АН РБ, Академия наук РБ, г. Уфа, Российская Федерация

A.V. Bakiyev, Academician Academy of Sciences Republic of Bashkortostan, Ufa, the Russian Federation

Хазиев Н.Н., канд. физ.-мат. наук, АН РБ, г. Уфа, Российская Федерация

N.N. Haziyeu, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Academy of Sciences Republic of Bashkortostan, Ufa, the Russian Federation

Хасанов И.Ю., д-р техн. наук, ООО НПЦ «Щэрык», г. Салават, Российская Федерация

I.Yu. Hasanov, Doctor of Engineering Sciences, JSC NPTs “Shcheryk”, Salavat, the Russian Federation

e-mail: neftigaz@anrb.ru