

Применение систем постоянного мониторинга для одновременно-раздельной эксплуатации скважин с целью повышения темпов отбора нефти

М.А. Сафин, К.С. Семенова

Казанский Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский государственный энергетический университет», 420066, г. Казань, ул. Красносельская, 51.

supermegadocent@mail.ru, semenova.kseniya.95@mail.ru

В статье изложены теоретические и методические материалы, основанные на анализе литературных данных и исследований на промысле и в лабораториях с использованием актуальных методов обработки исходной информации и их анализа.

1. Введение в технологию одновременно-раздельной эксплуатации (ОРЭ)

Топливные ресурсы обеспечивают энергией не только всю промышленность любой страны мира, но и практически все сферы человеческой жизнедеятельности. Важнейшей частью топливно-энергетического комплекса России являются нефтяной и газовый сектор.

По оценкам экспертов более 70% запасов нефти в России относятся к числу трудноизвлекаемых, среди них значительный объем запасов сосредоточен в пластах с низкими фильтрационно-емкостными свойствами. При этом задача наращивания темпов добычи нефти на действующих и новых месторождениях остается актуальной и на сегодняшний день, так большинство нефтегазовых месторождений Российской Федерации имеют многопластовую структуру. [1]

В настоящее время все большее применение в разработке многопластовой залежи находит технология раздельной эксплуатации. Это позволяет, используя одну сетку скважин, отбирать нефть из нескольких пластов одновременно. Данная технология ускоряет выработку запасов и позволяет наращивать объемы добываемой продукции. Проблема учета и текущего состояния выработки запасов из многопластовой залежи не решены до настоящего времени. Особое внимание уделяют задачам оценки эффективности отбора нефти. Из многопластовой залежи с использованием эффективных технологий поддержания энергии пласта, их влияние на режимы и работу скважин, оборудованных для одновременно-раздельной эксплуатации (ОРЭ) в условиях водогазового воздействия на пласт, стационарного и нестационарного заводнений. Также уделяют внимание проблемам, которые связаны с определением критериев для выбора скважин под технологию одновременно-раздельной эксплуатации на основе физико-химических и геологических характеристик, фильтрационно-емкостными свойствами залежи. Важными задачами являются вопросы создания технологии разделения извлекаемой продукции при одновременной разработке пластов.

2. Анализ эффективности применения ОРЭ

В промышленной разработке НГДУ "Ямашнефть" находятся 9 месторождений, которые характеризуются небольшими размерами, трудно извлекаемыми запасами, низкой продуктивностью, зональной и послойной неоднородностью пластов.

Динамику добычи нефти и обводнённости за период становления и развития НГДУ «Ямашнефть» можно разбить на три этапа. I и II этапы характеризуются активным вводом в разработку новых месторождений. III этап характеризуется доразбуриванием существующих

месторождений, оптимизацией системы разработки карбонатных отложений. Так как открытие новых месторождений не предвиделось, то увеличение объемов добычи нефти возможно было только при вовлечении в разработку запасов по всей вертикали геологического разреза. Все вышесказанное подтолкнуло НГДУ "Ямашнефть" первыми испытать технологию ОРЭ в 2003 году на скважине №2046 Березовского месторождения. Количество внедренных установок ОРД сегодня составляет 238 скважин (18% от общего числа по ОАО «ТН», 19% от общей добычи).

Масштабное применение в ОАО «Татнефть» установок ОРЭ достигло на сегодня 1269 скважин, но вопрос по поиску путей повышения рентабельности скважины так и остался актуальным. В результате внедрения установок ОРД 33 скважины (или 14% от общего фонда ОРЭ) вышли из категории нерентабельных. 25 скважин из них на сегодня уже окупили понесенные затраты.

Применив технологию ОРЭ, внедрили однолифтовые установки на 7 объектах. Общий прирост по 7-ми скважинам составил 37,1 т/сут. по нефти.

На Ерсубайкинском месторождении, применив технологию ОРЭ, успешно внедрили однолифтовые установки на скважинах №4871 и 4873 и получили суммарный прирост в 14,6 т/сут.

Благодаря комбинированию технологий ОРЭ и ОРЗ на Ямашинском месторождении, была реализована классическая схема разработки участка, включившая в себя как зону нагнетания, так и зону отбора. В скважинах № 2524, 2526, 2528, 2531, эксплуатировавших отложения турнейского яруса, был приобщен тульский горизонт. Суточный прирост в добыче по участку составил 11 тонн по нефти.

С целью поддержания пластового давления и компенсации отбора в тот же период в нагнетательной скважине № 2527н, через которую производилась закачка воды в пласт, была организована закачка по технологии ОРЗ. Накопленная дополнительная добыча на данном участке составила свыше 25 тыс. т. нефти.

Применив технологию ОРЭ на следующем участке Шегурчинского месторождения, приобщили тульский пласт в бобриковских скважинах № 1285, 4772, и внедрили однолифтовые установки, тем самым, существенно повысив охват по площади, производимой закачкой и, следовательно, эффективность самой закачки. Накопленная дополнительная добыча на этом участке по тульскому горизонту составила 14 тыс.т., общий прирост – 10 т/сут. по нефти.

С февраля 2013г. на Архангельском месторождении применили нулевую ставку налога на добычу полезных ископаемых (НДПИ) для высоковязкой нефти башкирского яруса. Обязательным условием при такой добыче является отдельный учет добываемой льготированной нефти. И здесь установка ОРЭ стало незаменимым инструментом для решения данной задачи. Сохранив запасы по существующим объектам, был введен башкирский ярус в разработку путем внедрения двухлифтовых установок ОРД, ОРЗ и одновременной раздельной добычи, и закачки (ОРДиЗ) на 13 скважинах с суммарным приростом 40 т/сут.

Технологию ОРДиЗ можно назвать неординарным решением, раньше и представить не могли о совмещении одной скважиной двух назначений. Новые возможности ОРЭ позволило внедрить в 2010 году технологию ОРДиЗ на добывающей скважине №10969.

Ерсубайкинское месторождения для организации дополнительных очагов заводнения без дополнительных капитальных затрат на обустройство. На нагнетательной скважине №7297 приобщить башкирский ярус, тем самым увеличить выработку запасов по данному объекту.

Все новое специалистами НГДУ «Ямашнефть» всегда приветствовалось. Первая установка ОРД малого диаметра в АО «Татнефть» была внедрена на скважине №16502 Березовского месторождения в декабре 2012 года, которая позволила ввести в разработку западную часть залежи тульского горизонта, центральная часть которой уже эксплуатировалась установками ОРД. Прирост составил 4,9 т/сут.

В 2012 году на скважине №4752 была испытана первая установка для ОРЭ трех объектов. Прирост составил 3,6т/сут.

Вышеназванные технологии на сегодняшний день очень актуальны, поскольку имеется фонд скважин для внедрения данных установок. Потенциальный фонд для внедрения ОРД 3-х пластов составляет 35 скважин. [2]

3. Анализ работы ОРЭ скважин Алексеевского месторождения

Выработка запасов при одновременно -раздельной эксплуатации пластов определяется настройкой насосного оборудования исходя из потенциальных возможностей пласта, определяемой геологической службой нефтяного предприятия.

На Алексеевском месторождении нефтеносность пластов позволяет разрабатывать ряд объектов единой сеткой скважин. Эксплуатация пластов общим фильтром за всю историю разработки месторождения не осуществлялась органами Ростехнадзора и было одобрено применение ОРЭ с целью выработки запасов кизеловского, заволжского и данково-лебедянского продуктивных горизонтов.

По состоянию на октябрь 2016 года значительная часть скважин ОРЭ (14 скважин) ведет ОРЭ кизеловского и заволжского горизонтов и 8 скважин осуществляет ОРД кизеловского и данково-лебедянского горизонтов. Гистограмма распределения дебитов жидкости представлена на рисунке 1. Большинство скважин ОРЭ кизеловского и заволжского горизонтов (рисунок 1, а) работают с дебитом по кизеловскому горизонту 5.1 т/сут (9 скважин), с дебитом по заволжскому горизонту – 5.3 т/сут (6 скважин). Схожее распределение скважин по выделенным интервалам дебитов жидкости связано с близкими геолого-физическими характеристиками пластов.

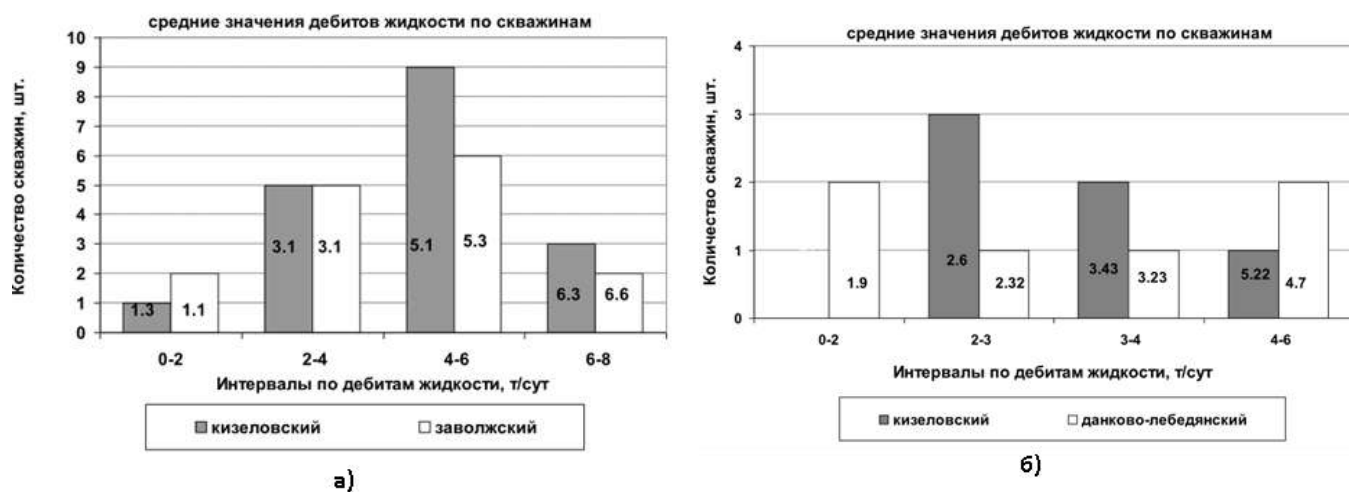


Рисунок 1 – Гистограммы распределения дебитов жидкости по скважинам ОРЭ:
а) ОРЭ кизеловского и заволжского горизонтов; б) ОРЭ кизеловского и данково-лебедянского горизонтов

Большинство скважин ОРЭ кизеловского и данково-лебедянского горизонтов (рисунок 1, б) работают со средним дебитом жидкости по кизеловскому горизонту 2,6 т/сут (3 скважины). По данково-лебедянскому горизонту две скважины работают со средним дебитом 1,9 т/сут и две скважины отбирают в сутки в среднем 4.7 т жидкости. Отметим разнохарактерное распределение скважин по показателям отбора кизеловского и данково-лебедянского горизонтов в пределах выделенных групп.

На рисунке 2 приведена сравнительная оценка дебита нефти. Поданным горизонтам применительно к разработке с использованием технологии ОРЭ и эксплуатации только заволжского горизонта и только кизеловского горизонтов.



Рисунок 2 – Динамика среднего дебита нефти по заволжскому горизонту в скважинах ОРЭ и ведущих отдельную эксплуатацию заволжского горизонта

Рисунок 2 показывает, что по скважинам ОРЭ и скважинам, эксплуатирующим только заволжский горизонт, наблюдается незначительные расхождения в режимах работы. Это указывает на верный подбор параметров работы установленного насосного оборудования.

Скважины, добывающие нефть только с кизеловского горизонта, характеризуются меньшими дебитами (рисунок 3). Возможно, это связано с тем, что скважины, работающие только на кизеловский горизонт, находятся в менее продуктивных областях (рисунок 4).



Рисунок 3 – Динамика среднего дебита нефти по кизеловскому горизонту в скважинах ОРЭ и ведущих отдельную эксплуатацию кизеловского горизонта

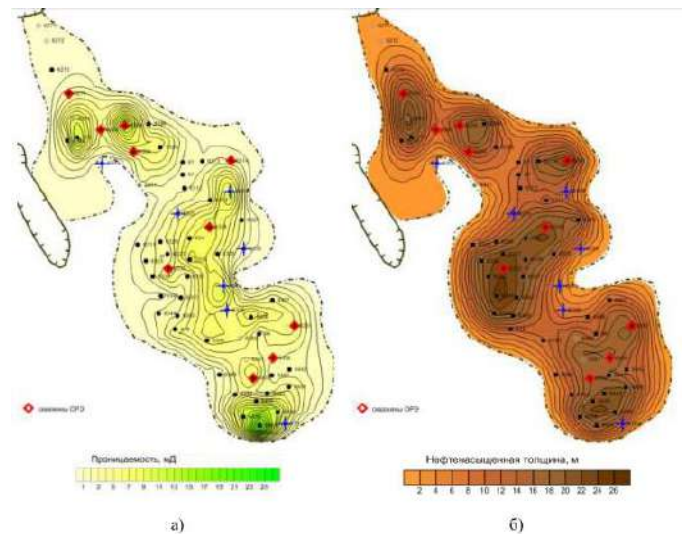


Рисунок 4 – Карты проницаемости (а) нефтенасыщенных толщин (б) кизеловского горизонта

По скважинам ОРЭ, работающим на данково-лебединский горизонт, можно отметить, что потенциальные возможности пласта, как видно из динамики дебита нефти, (рисунок 5), при заданном режиме максимально соответствуют продуктивным возможностям по скважинам, работающим только на данково-лебединский горизонт.

Скважины бобриковского горизонта с применением ОРЭ практически на всем периоде разработки характеризуются большей продуктивностью по сравнению со скважинами, ведущими отдельную эксплуатацию бобриковского горизонта (рисунок 6), лишь в последние годы наблюдается снижение среднего дебита, вызванное ростом обводненности.

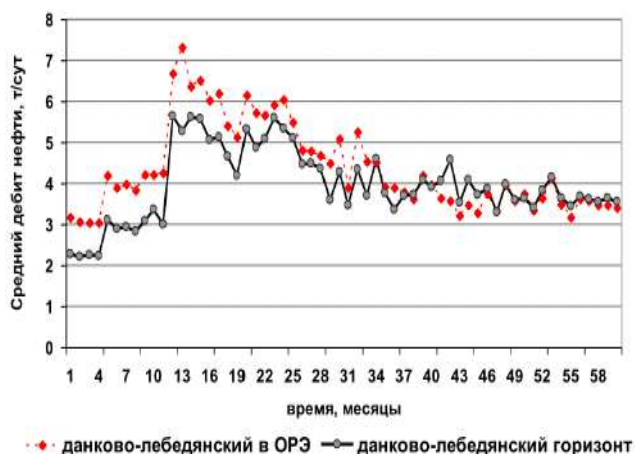


Рисунок 5 – Динамика среднего дебита нефти по данково-лебедянскому горизонту в скважинах ОПЭ и ведущих отдельную эксплуатацию



Рисунок 6 – Динамика среднего дебита нефти по бобриковскому горизонту в скважинах ОПЭ и ведущих отдельную эксплуатацию бобриковского горизонта

Отличие продуктивности пластов при различных способах добычи нефти одного и того же продуктивного горизонта обусловлено подбором заданных параметров работы установленных насосов, что позволяет оптимизировать отдельные скважины ОПЭ пластов.

Алексеевского месторождения. С этой целью геолого-физические параметры скважин сопоставим с накопленными отборами нефти за весь период одновременно-раздельной эксплуатации.

Основные геолого-физические характеристики продуктивных пластов Алексеевского месторождения, по которым применяется ОПЭ это: средняя глубина залегания, тип залежи, тип коллектора, средняя общая толщина скважины, средняя эффективная нефтенасыщенная толщина, пористость, проницаемость, коэффициент песчаности, коэффициент расчленённости, начальная пластовая температура, начальное пластовое давление, вязкость нефти в пластовых условиях, плотность нефти в поверхностных условиях, абсолютная отметка ВНК, объемный коэффициент нефти, содержание серы и парафина в нефти, давление насыщенности нефти и газом, газовый фактор и плотность воды в поверхностных условиях. Поскольку нефти рассматриваемых горизонтов имеют различия в физико-химических свойствах, опорным параметром для выявления закономерности для скважин ОПЭ принимается гидропроводность пластов.

Отношение накопленных отборов нефти по пластам, разрабатываемым одновременно-раздельным способом, прямопропорционально отношению гидропроводности соответствующих пластов:

$$\frac{Q_{\text{нак}}^1}{Q_{\text{нак}}^2} = f \frac{\xi_1}{\xi_2} \quad (1)$$

На рисунке 7 показано распределение скважин ОПЭ в зависимости от отношения накопленных отборов нефти и различия геологической характеристики пластов. По представленному распределению скважин с ОПЭ определены четыре квадранта, применительно к которым выделено три группы рационального применения ОПЭ:

Группа I (рациональное ОПЭ) – заданные режимы работы каждого из пластов соответствуют потенциальным возможностям пласта исходя из геолого-физических характеристик коллекторов, установленное насосное оборудование работает в оптимальном режиме. Группа II (нерациональное ОПЭ для первого пласта) – коллекторские свойства первого пласта указывают на возможное увеличение отборов путем технологической

оптимизации насосного оборудования, что позволит перевести скважину из группы II в группу I. Группа III (нерациональное ОРЭ для второго пласта) – коллекторские свойства второго пласта указывают на возможное увеличение отборов путем технологической оптимизации насосного оборудования, что позволит перевести скважину из группы III в группу I.

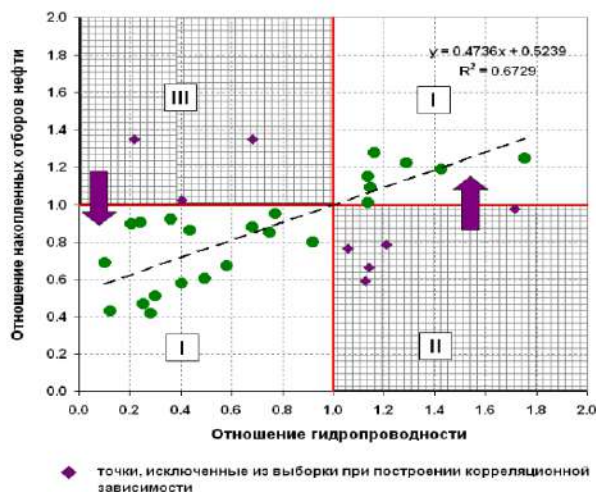


Рисунок 7 – Распределение скважин ОРЭ в зависимости от отношения накопленных отборов нефти и различия геологической характеристики пластов

Рисунок 7 показывает основную часть скважин (75 %), которая работает в оптимальном режиме, то есть ОРЭ является рациональным. По 25 % скважин рекомендуется технологическая оптимизация, направленная на увеличение производительности насосного оборудования. [3]

Таким образом, можно заключить, что в целом внедряемая технология ОРЭ на Алексеевском месторождении ЗАО «Алойл» характеризуется согласованной работой тщательно подобранного насосного оборудования и продуктивных пластов, объединенных для одновременно -раздельной добычи нефти. Такая картина свидетельствует о равномерной выработке запасов, исключая межпластовые перетоки и другие проблемы совместной разработки.

Только расширение области применения технологии ОРД позволят в дальнейшем вести рентабельную эксплуатацию скважин и залежей, обеспечивая поддержание пластового давления, раннего вовлечения в разработку запасов при сохранении существующей системы разработки, уплотнения скважин без дополнительного бурения, сокращения проектного фонда, создания очагов заводнения без дополнительных затрат.

Ссылки

- [1] Nurgaliyev A A, Khabibullin L T 2015 *Analysis of simultaneous-separate operation efficiency at small reservoirs in the south-east Tatarstan* (Almetyevsk)
- [2] Gulyaev D N, Melnikov S I, Kokurina V V, Kremenetsky M I, Krichevsky V M 2012 *Analysis of the interference of wells based on the results of in-depth depth monitoring based on sectoral modeling*: oil Industry Journal (Moscow)
- [3] Faysullin N N *Automation of wells based on continuous monitoring systems of reservoir meters SPM*. AS: scientific and technical journal "Automation, telemechanization and communication in the oil industry" (Moscow)