



# ПРИМЕНЕНИЕ СРЕДСТВ КОНТРОЛЯ И АВТОМАТИКИ ДЛЯ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ДОБЫЧИ НЕФТИ НА ПОЗДНЕЙ СТАДИИ РАЗРАБОТКИ



**БУЛАТ ЗАКИЕВ**

Начальник технологического отдела ППД НГДУ «Альметьевнефть», ОАО «Татнефть»

**В** компании «Татнефть» основным эксплуатационным объектом является Ромашкинское месторождение: в условиях, когда темпы выработанности составляют порядка 90%, обводненность порядка 85%, темпы отбора от текущих извлекаемых запасов

## **Ромашкинское месторождение: что делать дальше в нынешних условиях выработанности, обводненности и темпов отбора?**

приближаются к 5–6, а КИН — мы уже практически достигли проектных показателей, инженеры-нефтяники задаются вопросом: «А что же делать дальше?»

Чтобы ответить на этот вопрос, в конце 2009 года в компании «Татнефть» был дан старт проекту применения средств контроля и измерения на поздней стадии эксплуатации с целью интен-

сификации добычи нефти на 3-м блоке Березовской площади.

Объект — однопластовый с высокой неоднородностью, с более низкой выработанностью и процентом обводненности по сравнению с другими блоками. Характерная особенность — соотношение нагнетательных и добывающих скважин равно 1:1.

Естественно, показатели разработки этого участка укладываются в общепринятое разделение на стадии разработки. Первая стадия, когда при бурении наблюдался определенный рост показателей. Дальше пик добычи и ее стабилизация. Затем, естественно, падение и вновь стабилизация. Сейчас мы находимся на четвертой стадии.

Где-то с 1996 года началось интенсивное развитие системы ППД, а также внедрение методов увеличения нефтеотдачи пластов МУН и ГРП. За счет этого удалось увеличить объем добычи на 98 тыс. тонн, но непонятно, что делать дальше.

Чтобы, в том числе, ответить на этот вопрос, мы начали реализацию проекта с целью создания полигона для испытания новейших технологий и приборов, а также обучения и повышения уровня квалификации наших работников.

Для этого мы оснастили все добывающие скважины данного участка контроллерами фирмы Lufkin, кроме того, всем комплексом необходимых приборов (нагрузка, датчики числа оборотов, датчики положения и так далее). Все нагнетательные скважины были оснащены приборами учета расхода воды, датчиками давления. Там, где не было электроэнергии, — солнечными станциями.

И в результате к середине 2010 года мы имели участок, на кото-

ром все скважины были оснащены приборами КИПиА. Из приборов первого уровня информация поступала на верхний уровень, где происходила архивация, и уже в базах данных можно было работать с этой информацией.

Главная идея (интеллектуальная составляющая) заключается в следующем. Если при традиционном подходе имеет место постоянство расхода, то на 3-м блоке Березовской площади в пилотном проекте обеспечивалось постоянство забойного давления. Обеспечивалось это за счет того, что добывающие скважины переводились в периодический режим работы путем изменения глубин спуска и типа размера насосного оборудования при ПРС, а также монтажом контроллеров фирмы Lufkin, которые обеспечивали управление временем работы скважин.

При этом время работы и, соответственно, расход являлись функцией энергетической составляющей пласта. Тем самым мы хотели обеспечить прямую функциональную связь между потенциальными возможностями отбора добывающих скважин и работой нагнетательных скважин.

Еще один существенный момент, который я хотел бы отметить. Дело в том, что традиционно замер пластового давления происходит как минимум один раз в квартал (это еще при хорошем подходе). Естественно, в ходе квартала происходят какие-то процессы, например, остановки нагнетательных скважин, их выход в тираж. И, как правило, усредненный показатель по значению пластового давления, мы не выявляем эти моменты. В результате теряем как минимум в добыче, в выходе из строя эксплуатационного оборудования: подземные ремонты, затраты.



Для того чтобы дать оценку ФЕС межскважинного пространства, а также делать прогнозы для планирования геолого-технических мероприятий, была построена гидродинамическая модель, которая сегодня полностью адаптирована. Подкачка данных осуществляется с периодичностью один раз в месяц, и один раз в три месяца гидродинамическая модель пересчитывается.

Что мы получили? Где-то к середине 2010 года полная автоматизация позволила нам весь поток информации поднять на верхний уровень. Естественно, к тому моменту мы понимали, что справиться с таким потоком будет весьма и весьма затруднительно; мы получали порядка 1 млн событий в сутки. В реальности, технологи и геологи цеха добычи использовали для принятия решений информацию только на 20–30%.

И стало понятно, что, во-первых, надо работать не со всем массивом информации, а лишь с той его частью, которая выбивается за установленные коридоры. И второй момент: без специальных программных средств, без программных продуктов, которые обеспечивали бы обработку этого массива информации, нам с поставленной задачей не справиться.

Продвигаясь в этом направлении, первым шагом было создание регламентной базы. Мы определили, с какой дискретностью

должна поступать информация, в каком объеме она должна быть, сколько она должна храниться, где она должна храниться, как должна обрабатываться, какие действия технологов, геологов должны предприниматься в тех или иных случаях.

Вся система до этого была разрозненна. В проекте различные системы, обеспечивающие телеметрию, были связаны в одну единую.

Уровень проработанности решений в области применения интеллектуальных схем



Далее вся информация передается с высокой дискретностью (порядка пяти минут) в единое

### К середине 2010 года компания создала полигон, на котором все скважины были оснащены приборами КИПиА

хранилище данных. Затем уже по цепочке идет процесс ее филь-

Геологическая эффективность внедрения средств контроля и управления на 3-м блоке Березовской площади



рации, отфильтрованная информация поступает в буфер программного комплекса АРМИТС, где наступает момент ее аналитической обработки. Далее с ис-

**Система позволила обеспечить достоверность информации, улучшение контроля и повышение качества принимаемых решений**

пользованием специальных алгоритмов выводятся рекомендации, отчеты по текущему срезу состояния объекта, например, за текущие сутки.

Основным окном работы технолога и геолога является окно анализа фактических данных.



**Текущий ремонт подземных скважин снижен практически наполовину. Коэффициент эксплуатации — с 0,92 достиг уровня 0,937**

Здесь была реализована цветовая схема индикации изменения параметров, если они вывалились за установленные коридоры. Кроме этого, имеется диалоговая часть добывающей части, диалоговая часть нагнетательной части. Они взаимосвязаны, можно в

любом порядке и в любой взаимозависимости визуализировать номера скважин, видеть отклонения их параметров, строить совмещенные графики. Кроме этого, система позволяет получить отчеты с конкретными рекомендациями по отклонениям.

Естественно, чтобы геолог представлял и не чисто механически производил этот анализ, у него есть возможность «проваляться» в эти алгоритмы, и тогда, когда он уже наберет определен-

ный опыт, возможно, его участием будет даже внесение каких-то изменений в этот алгоритм.

Таким образом, данная система позволила нам сегодня обеспечить достоверность информации, улучшить контроль над добывающим и нагнетательным фондом и, естественно, повысить качество принимаемых решений.

Для себя мы градуировали скважины на этом этапе в трех основных составляющих — это контролируемые, интеллектуализируемые и интеллектуальные.

Если давать оценку 3-му блоку Березовской площади и нашему проекту, мы находимся в средней его части. Она отличается от высшей по уровню задачи, например, тем, что это несамодостаточный участок, здесь пока не исключен человеческий фактор.

Здесь выступали мои коллеги из «Газпромнефть-Хантоса». Коллеги в журнале «Инженерная практика» представили удобную, на наш взгляд, градацию для оценки уровня целей и текущего положения реализации задач в области применения интеллектуальных систем по восьми направлениям проработанности решений. В приведенной градации оценка дается по пяти уровням развития. Зеленым цветом выделены текущие уровни развития проекта 3-го блока Березовской площади нашей компании (см. «Уровень проработанности решений...»).



Отличительная особенность от направленности в развитии интеллектуальных систем компаний, которые занимаются данными вопросами, заключается в том, что основными направлениями развития в этих компаниях являются технологии измерения, анализа и визуализации, связанные, прежде всего, с внутрискважинной телеметрией и управлением. В проекте 3-го блока Березовской площади глубже проработаны направления обработки данных, технологии анализа и визуализации.

## Результаты

Технологические результаты следующие. Текущий ремонт под-

земных скважин снижен практически наполовину. Коэффициент эксплуатации достиг уровня 0,937 (с 0,92). В среднем за три года реализации проекта вы видите — 0,934.

Какие выигрыши мы имеем в геологических параметрах эксплуатации, в показателях разработки? Если мы не получили дополнительную добычу нефти, по крайней мере, мы ее стабилизировали и имеем достаточно уверенную полку (см. «Геологическая эффективность...»). В принципе, объем закачки не изменился (это зелено-желтая линия). А вот объем добываемой жидкости стал снижаться (красная линия).

Кроме этого, если обратите внимание на синюю линию, это

процент обводненности. После реализации проекта незначительно, но, тем не менее, уменьшился процент воды. И по показателям энергетической составляющей

**Если мы не получили дополнительную добычу нефти, по крайней мере, мы ее стабилизировали и имеем такую достаточно уверенную полку**

пласта мы также имеем небольшой рост — на две-три атмосферы. Вот такие результаты и такой опыт мы имеем в нашей компании, которым мы сегодня и хотели поделиться... 

## ДИСКУССИИ:

**Вопрос:** *Насколько внедрение системы Lufkin вам позволило снизить забойное давление? То есть вы получили прирост по добыче нефти, иначе бы вы увеличили депрессию, правильно?*

**Б.З.:** Дело в том, что мы не задаемся целью снизить забойное давление. Мы держим то забойное давление, которое нам рекомендовали геологи. Как правило, это забойное давление равно давлению насыщения. Ниже него мы не снижаем.

Мы проводили специальные исследования по определению, какое же забойное давление является оптимальным. И для каждого месторождения, для каждого участка выработали свои значения.

**Вопрос:** *При реализации этого проекта у вас была четкая задача поддерживать давление, заданное геологами. Наверное, не по каждой скважине. Везде забойное было одинаковое, так? И вопрос: а как этого добивались-то? То есть, вы делали расчет компоновки насоса, спускали на определенную глубину?*

**Б.З.:** Совершенно верно.

**Н.Чинкова («Газпром нефть»):** *Была, есть и будет проблема прямых замеров пластового давления, она связана с тем, что кроме тех пьезометрических скважин, которые мы используем, в принципе, всегда была и будет надобность в прямых замерах. По крайней мере, у нас в компании она есть...*

*Все в зависимости от проницаемости пласта: если проницаемость низкая, то там можно ожидать замера и в течение трех месяцев, то есть скважины нефтяные, останавливать добычу никто не собирается. Как вы решаете эту проблему, есть ли она у вас? По поводу прямых замеров и достоверности вообще замера пластового давления?*

**Б.З.:** На самом деле такая проблема существует, она актуальна. Но та периодичность, которая рекомендована отраслевыми правилами, выдерживается. Внедрив такие интеллектуальные приборы учета, мы не отказались от традиционных методов прямых замеров.

Во-вторых, перед тем, как доверять этой системе, естественно, проводились анализы по прямым замерам и сопоставлению, насколько прямые замеры адекватны тем значениям, которые мы получаем в результате вот таких косвенных пересчетов. Это в пределах диапазонов допустимых погрешностей, но проблема прямых замеров на самом деле актуальна.

**В.Зеленцов («Газпромнефть-Муравленко»):** *При составлении интерфейса программы я бы предложил вам сделать так называемую матрицу, в которой учитываются все проблемы и в единую ячейку откладывается и рассчитывается проблемность данной скважины, и сразу будет видна проблема. Открыл скважину, и уже в ней разбираешься...*

**Б.З.:** Речь идет, скорее всего, о матрице Мэриленда. Но когда мы реально начали эксплуатировать, нам показалось — и это на самом деле подтвердили технологи и геологи, — что гораздо удобнее вот такой интерфейс.

«Проваливаясь» в любую ячейку, мы можем «провалиться» в том числе и в карты, правда, этот проект еще до конца не реализован. То есть за каждой ячейкой здесь строится целый алгоритм, целая система, и она выстрадана нашими обычными технологами, геологами, и этот интерфейс, на наш взгляд, наиболее приемлем. А то, что вы говорите, здесь тоже реализовано, но я его не показал...