

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕХНИКА БУРЕНИЯ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

НАУЧНОЕ ОБОСНОВАНИЕ АКТУАЛЬНОСТИ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

А.В. Анисимов, А.В. Епихин

Научный руководитель старший преподаватель А.В. Епихин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В связи ростом объемов бурения, предстоящим вводом в разработку новых месторождений, в том числе – с трудноизвлекаемыми запасами, приобретает особую важность обеспечение рентабельности строительства скважин высокого качества в сжатые сроки, надежных в эксплуатации, при сохраняющейся ограниченности капитальных вложений. Но значительное число современных скважин построены неудовлетворительно, имеют пониженный дебит, требуют применения дорогостоящих методов вторичного воздействия на продуктивные пласты для ликвидации последствий вызванных некачественным вскрытием по причине несоблюдения технологии и параметров бурения. Актуальной остается проблема высоких временных издержек на проведение ремонтно-изоляционных работ и ловильных работ в скважинах, внеочередных ремонтов бурового оборудования, являющихся следствием ошибок на стадии проектирования, либо, наоборот, несоблюдения проектных требований [1].

Ошибки на стадии проектирования скважин возникают по различным причинам. Например, они допускаются инженером-проектировщиком при работе по шаблону, что неудивительно, учитывая большой объем проектных документов (от 5 до 12 томов). Конечно, существует государственная экспертиза, но она может не учесть наличия технологических и технических ошибок, поскольку оценивает соответствие проекта нормативным требованиям. Если же ошибки носят технологический характер и доходят до реального процесса бурения, то это может стать причиной серьезной аварии.

Как было сказано ранее, проектирование скважины производится по шаблонам уже сооруженных скважин для аналогичных условий бурения. Это подход оправдывает себя, но, с другой стороны, он не учитывает обратную связь с месторождением (насколько успешно была пробурена скважина-шаблон). Следовательно, процесс проектирования скважины остается не оптимизированным.

Указанные проблемы могут быть частично ликвидированы за счет применения методов моделирования и создания автоматизированных систем контроля процесса бурения. Первые попытки создать модель процесса бурения скважины начали предприниматься в 60-х годах XX века, а первые успешные результаты внедрения были получены в 70-80-х годах. В настоящее время спрос на системы моделирования и автоматического управления процессом бурения постоянно растет, что выражается в большом количестве научных исследований [2-4], а также постоянном создании и совершенствовании прикладных разработок международными компаниями. Опыт успешного создания моделей процесса бурения имеется в различных регионах мира, в том числе, на территории Российской Федерации (Западная Сибирь, Поволжье), в Казахстане, при сооружении скважин с морских платформ (что особенно востребовано заказчиками ввиду высокой ответственности за процесс сооружения и финансовых затрат на строительство скважины).

Работы по моделированию процесса бурения велись и ведутся по различным направлениям – через изучение теоретических зависимостей, через обработку и обобщение лабораторных исследований и промысловых данных, через обобщение теоретических зависимостей и промысловых данных с дальнейшим прогнозированием работы модели и т.д. [2-4].

На данный момент положительные результаты от применения моделей процесса бурения были получены зарубежными компаниями, специализирующимися на высокотехнологичном сооружении скважин. Среди них, Schlumberger, BakerHughes, Halliburton, Shell и другие. В России изучением данной проблемы занимается ряд сервисных компаний, обеспечивающих контроль за процессом бурения, в том числе телеметрический. По результатам полевых исследований была доказана возможность сокращения суммарных затрат времени на сооружение типовой скважины до 15% и сокращения ее сметной стоимости до 5-10%.

Не меньшую актуальность имеют и системы автоматического проектирования скважин, которые уже давно получили широкое распространение среди проектных организаций. Актуальность этого вопроса подтверждается тем, что проект на скважину является основным руководящим документом для буровой бригады и инженерного состава. В отечественной практике разработано множество систем проектирования скважин, которые имеют разный уровень автоматизации, функционал и область применения. Среди них системы для проектирования скважин с кустовых площадок [5-6], в том числе для осложненных горно-геологических условий и на месторождениях со сложными системами разработки [7], системы автоматического проектирования и планирования горных работ (открытых и закрытых) [8] и т.д.

Все указанные системы обладают общим недостатком - проектирование отдельного этапа строительства скважин. Например, расчет и прокладка профилей или очередность создания горных выработок и т.д. В то время как отрасль нуждается в программном продукте, который согласно всем требованиям и нормативным

ограничениям в ответ на заданные оператором исходные данные рассчитает цикл сооружения скважины и выдаст обновленный технический проект на сооружение скважины.

Был проведен критический анализ существующих систем автоматического проектирования скважин и сформулирован перечень требований, которым должна отвечать «идеальная» система:

- наличие активной связи с оператором – система должна постоянно взаимодействовать с оператором (инженером); именно оператор утверждает конечный расчетный результат и несет ответственность за качество проекта;

- использование современных нормативных документов в основе программных расчетов, постоянный мониторинг правовых и нормативных баз с целью оперативного обновления данных системы;

- наличие активной памяти системы – любой готовый проект после выдачи оператору сохраняется в базе данных системы и при следующей процедуре проектирования система на основе данных мониторинга базы предлагает оператору готовые решения для конкретных случаев и условий;

Кроме того, в базу системы заносится информация по основным показателям эффективности уже пробуренных скважин с возможностью оценки эффективности принятых проектных решений.

- модульная система исполнения – возможность проведения отдельных расчетов;

- наличие модуля расчета экономической эффективности, в котором будет выполняться две операции: стандартный расчет нормативных затрат времени и себестоимости строительства скважины, а также обращение к базе данных системы и выработка предложений по возможности сокращения затрат и, тем самым, повышения экономического эффекта.

На основе представленного перечня требований была разработана функциональная блок-схема системы автоматического проектирования скважины (рис.). Система состоит из 6 блоков, а также двух баз данных, которые обеспечивают прецедентный принцип ее работы. Самым крупным элементом системы является блок технико-технологических расчетов, поэтому он был разделен на модули для удобства разработки и последующего применения в процессе проектирования. Для удобства восприятия схемы блоки и функциональные связи обозначены различными цветами. Зеленым цветом условно обозначена группа проектировочных блоков, фиолетовым – блока вывода, черным – блока ввода, розовым – блоков обеспечения. Функциональные связи обозначены сплошными линиями, цвет которых определяет источник связи. Например, из блока исходных данных обеспечен только выход информации в другие блоки, а блок вывода, как принимает информацию (зеленые линии), так и выдает ее (фиолетовые линии). Планируется модельная разработка данной системы с последующим объединением и отладкой посредством проведения пробного проектировочного расчета на реальную скважину.

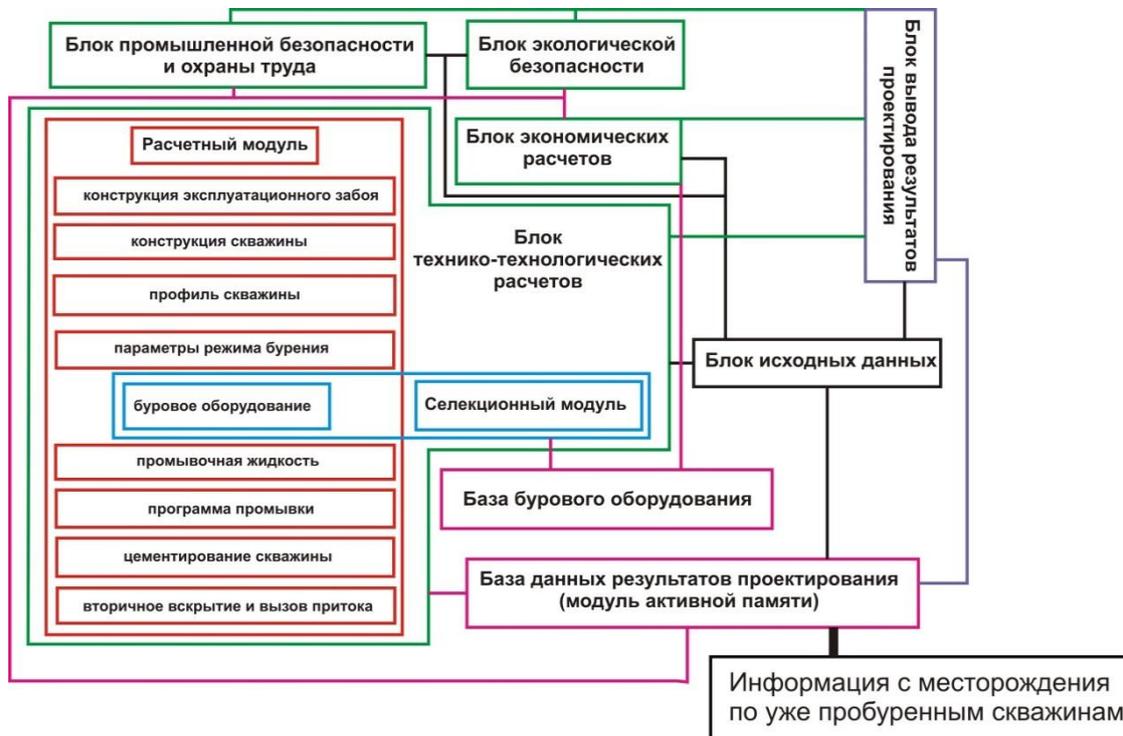


Рис. Функциональная блок-схема системы автоматического проектирования скважины

Следует отметить, что предлагаемый подход к проектированию скважин является альтернативным. Он позволяет оптимизировать работу инженерного состава проектных организаций и уменьшить число ошибок, обусловленных человеческим фактором. Безусловно, это не снижает значимости роли инженера при проектировании скважины, но программа позволит повысить качество и количество выполняемых им работ.

Особенностью системы является, наличие активной памяти, которая позволит вырабатывать идеальные проектные технические решения для отдельных территорий и сформулировать понятие «эталоны» скважины.

Литература

1. Гуторов Ю.А., Никифоров А.А. Проблемы управления качеством строительства скважин на основе оценки их эффективности как объектов нефтедобычи // Нефтегазовое дело. – №5, 2012. – С.141-152.
2. Ситников Н.Б. Моделирование и оптимизация процесса бурения геологоразведочных скважин: автореф. дис. ... доктора технических наук: 05.13.07 / Ситников Николай Борисович. – Екатеринбург, 2000. – 43 с.
3. Литвинов М.А. Система комплексного моделирования процессов при бурении нефтяных и газовых скважин на основе нечётких множеств: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.06 / Литвинов Михаил Анатольевич. – Оренбург, 2005. – 156 с.
4. Цуприков Л.А. Разработка системы адаптивного управления процессом роторного бурения нефтяных и газовых скважин: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.06 / Цуприков Леонид Александрович. – Краснодар, 2008. – 193 с.
5. Бастриков С.Н. Проектирование и строительство скважин с кустовых площадок на нефтяных месторождениях Западной Сибири: автореф. дис. ... доктора. техн. наук: 05.15.10 / Бастриков Сергей Николаевич. – Тюмень. – 2006. – 50 с.
6. Иткин В.О. Математические модели пространственных траекторий при проектировании кустовых скважин: дис. ... канд. техн. наук: 05.13.18 / Иткин Виктор Юрьевич. – Москва, 2004. – 148 с.
7. Харламов А.К. Совершенствование методики проектирования кустов и профилей скважин на месторождениях со сложными схемами разработки: дис. ... доктора. техн. наук: 25.00.15 / Харламов Антон Константинович. – Тюмень, 2007. – 138 с.
8. Король Г.Г., Ломако Л.С. Системы автоматизированного проектирования, планирования и сопровождения горных работ МАЙНФРЭЙМ. Новая версия 5.0 // Технология Credo. – №1, 2012. – С.40-43.

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ПНЕВМОУДАРНОГО БУРЕНИЯ ИНТЕРВАЛОВ ПОД НАПРАВЛЕНИЯ НА ДУЛИСЬМИНСКОМ НЕФТЕГАЗОКОНДЕНСАТНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ

К.В. Бузанов

Научный руководитель доцент К.И. Борисов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Одной из главных и наиболее остро стоящих задач развития нефтяной и газовой промышленности в России на сегодняшний день является внедрение в производственный процесс ресурсоэффективных технологий, позволяющих минимизировать затраты материальных и людских ресурсов, и, тем самым, способствовать снижению себестоимости углеводородного сырья.

В последние годы нарастающими темпами идет освоение нефтегазовых месторождений Восточной Сибири. При этом процесс бурения скважин в этом регионе зачастую протекает в довольно сложных горно-геологических условиях. Характерным примером этого служит наличие катастрофических поглощений промысловой жидкости в интервалах бурения Верхоленской, Литвинцевской и Ангарской свит на Дулисьминском нефтегазоконденсатном месторождении Иркутской области.

Идея бурения проблемных интервалов на базе технологии с продувкой воздухом и погружным пневмоударником для предотвращения поглощений промысловой жидкости нашла свое отражение в решениях научно-технического совета холдинга ЗАО «Русь-Ойл», подразделения которого осуществляют в настоящее время буровые работы на Дулисьминском месторождении [1]. Важным обоснованием решений послужил расчет экономической эффективности от реализации предлагаемой технологии.

Другой предпосылкой эффективности мер по снижению аварийности и поглощений в верхних интервалах разреза месторождения является научный подход при составлении технико-технологической карты бурения с анализом результатов расчета параметров продувки воздухом по современным методикам, а также обоснованный выбор функционируемого оборудования для обеспечения процесса пневмоударного бурения.

Выделим некоторые детали процедуры выбора буровой установки. Поскольку планируется реализовать бурение по так называемому методу «с опережением», интервалы под направления на глубину до 300 м сооружаются с помощью мобильной буровой установки. Метод предполагает, что после выполнения буровых работ и спуска обсадной колонны (направления) на заданную глубину с использованием мобильного бурового комплекта, он оперативно демонтируется и выполняется монтаж стандартного бурового оборудования для проходки глубоких горизонтов.

Согласно ГОСТ 16293-89 критериями выбора буровой установки является выполнение условий:

$$P_{ок} \leq 0,9 \cdot Q_{max} \quad (1)$$

$$P_{бк} \leq 0,6 \cdot Q_{max} \quad (2)$$

$$P_{бк} \cdot k_{прих} \leq Q_{max} \quad (3)$$

где $P_{ок}$ – нагрузка от массы обсадной колонны, $P_{бк}$ – нагрузка от массы бурильной колонны, Q_{max} – допускаемая нагрузка на крюке буровой установки, $k_{прих}$ – коэффициент прихвата бурильной колонны (примем $k_{прих} = 1,5$) [3].

Для крепления ствола скважины в интервале под направление планируется использовать обсадную колонну диаметром 323,9 мм., толщиной стенки 11 мм., марки прочности Д, номинальным диаметром муфты