

НЕФТЬ КАПИТАЛ

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

Технологии ТЭК

декабрь
2002

Система технико-технологического надзора строительства и эксплуатации скважин

Эдуард Комм, Анатолий Бронзов, НПП «Дрилл-Эксперт»
 Валерий Кульчицкий, д.т.н., Андрей Ларионов, РГУ нефти и газа им. И.М.Губкина

В нефтегазодобывающей отрасли строительство скважин является наиболее капиталоемким и экологически опасным производством, связанным с решением сложных и во многом противоречивых инженерных, экологических и управленческих задач. Для повышения рентабельности разработки и эксплуатации месторождений углеводородов должны быть задействованы самые эффективные информационные методы, опирающиеся на потенциал новых технологий строительства и эксплуатации скважин.

В новых экономических условиях существуют противоречия между рыночными отношениями собственности и практикой проектирования скважин, сформировавшейся при государственной собственности на средства производства и централизованном финансировании буровых работ. Сущность противоречий заключается в том, что экономическая заинтересованность акционерных компаний, вкладывающих средства в развитие нефтегазодобычи, не подкрепляется системой требований к проектной документации, гарантирующей качество строительства, высокую эксплуатационную надежность, экологическую безопасность и рентабельность скважин.

Единое понятие «качества скважины» и четкое определение «системы надзора» за процессом строительства отсутствуют. Улучшить качество проектной документации невозможно путем выявления и устранения недостатков по результатам надзора за реализацией проекта, так как строительство скважин ведется преимущественно на основе оперативных решений персонала бурового предприятия, принимаемых в от-

сут от методологии, заложенной в проекте.

Структурная перестройка нефтегазовых компаний пока не завершена. Экономические факторы регулирования отношений между заказчиком, проектировщиком, буровым предприятием, Госгортехнадзором и Комитетом по охране окружающей среды и природных ресурсов в полной мере не работают. В условиях

административной соподчиненности субъектов строительства и эксплуатации скважин важно найти организационные и экономические формы полноценного разделения функций, обязанностей и ответственности.

Оптимальное взаимодействие участников создания рентабельных скважин показано на схеме (рис. 1).

По результатам эксплуатации скважин в добывающем предпри-



Рис. 1. Схема оптимального взаимодействия подразделений при строительстве скважин

яти (поз. 1) анализируются недостатки, допущенные при строительстве (поз. 2), и вносятся необходимые коррективы в задание на проектирование очередной скважины (поз. 3), реализуемые проектной организацией (поз. 4) в проекте (поз. 5).

Буровое предприятие (поз. 6) строит скважину (поз. 7) в полном соответствии с проектом и передает ее добывающему предприятию (поз. 8) в эксплуатацию. База данных о процессе строительства и эксплуатации скважин использует заказчик (поз. 9) для принятия решений и проведения мероприятий.

Схема проста и вполне реализуема. В реальных же условиях процесс создания скважин выглядит иначе (рис. 2): отсутствует важнейшее звено — корректировка задания на проектирование через «Анализ результатов эксплуатации». Требования и исходные данные в задании на проектирование (поз. 3) формируются инстанциями (поз. 4 и 6), прямо не заинтересованными в качестве скважины. Наличие согласующих подписей руководителей добывающего предприятия не меняет сущности дела.

Создание предпосылок для ликвидации разрыва между целями строительства и эксплуатации скважин является одной из главных задач, решаемых при создании информационной системы технико-технологического надзора строительства и эксплуатации скважин.

Скважина представляет собой один из немногих видов промышленного производства, где отсутствует как прямая, так и обратная связь с технической документацией (проектом), что в реальной обстановке приводит лишь к примерной реализации запроектированной технологии при строительстве скважин. В процессе бурения потерявший актуальность первоначальный проект дополняется немалым множеством изменений и уточнений, являющихся в свою



Рис. 2. Схема фактического взаимодействия предприятий при создании скважин

очередь неотъемлемыми элементами сложного процесса строительства или эксплуатации скважин. Поэтому пропадает технологическая и экономическая прозрачность капиталоёмкого объекта, что не может быть одобрено нефтегазовой компанией-заказчиком — собственником скважины. Определить эффективность запроектированных технологий, настоящую экономическую стоимость и реальные временные рамки строительства трудно и порой невозможно. С этой целью необходимо в иерархии «проект-строительство-эксплуатация» наладить обратную связь первоначального проекта с постоянно обновляющимися и изменяющимися геологическими данными, состоянием бурового оборудования и наличия тех или иных технологических средств непосредственно на объекте строительства, квалификацией исполнителей работ, эксплуатационными качествами скважин.

Для решения поставленной задачи недостаточно локально и кратковременно вмешиваться в проектную документацию для поспешной поправки возникшей ситуации, когда наблюдается сильное несоответствие проекта реальному состоянию процесса строительства. Нужно создать целостную многоуровневую автоматизированную систему переда-

чи данных между иерархиями проектирования, строительства и эксплуатации скважины. Информацию, полученную при строительстве предыдущей скважины разрабатываемого месторождения, необходимо использовать для строительства последующих скважин, обеспечивая тем самым корректировку проекта. Проект должен стать пополняемым, гибко настраиваемым и опираться на современные компьютерные технологии.

К настоящему времени отдельные части вышеописанной задачи уже решены. Созданы современные образцы автоматизированных станций геолого-технологических исследований (ГТИ), контролирующих процессы бурения в режиме реального времени. Активно внедряются геонавигационные технологии бурения наклонных и горизонтальных скважин на базе отечественных забойных телеметрических систем (ЗТС). Проводятся работы по созданию принципиально новых технологий контроля и управления эксплуатацией скважин интеллектуальными системами. Проектирование технологии строительства скважины ведется современными средствами автоматизированного проектирования (САПР). Все автоматизированные средства разработаны независимыми организациями в разное время. Это не-



избежно привело к несовместимости программных продуктов и, как следствие, к неиспользованию полученной информации для диагностики возникающих внештатных ситуаций или резких изменений в технологии как в процессе, так и после завершения строительства скважины.

Сегодня назрела необходимость создания единой автоматизированной информационной системы, охватывающей этапы проектирования, строительства и эксплуатации скважины. В нее должны входить средства автоматизированного проектирования строительства скважины, связанные каналами реального времени с подсистемами технолога-инспектора, находящимися непосредственно на буровом объекте, и со станциями ГТИ и ЗТС, оперативно собирающими информацию. Разработка и внедрение системы обеспечит оптимальное управление строительством и эксплуатацией скважин влиянием на исходный проект, внесением необходимых коррективов в реальном масштабе времени для более эффективного продолжения строительства и эксплуатации скважины с учетом новой ситуации на объекте. Станет реальным объективный контроль заказчика через представляющего его интересы инспектора по технико-технологическому надзору за техническими, экологическими и экономическими параметрами строительства и эксплуатации скважин.

В общем случае обсуждаемая автоматизированная информационная система технико-технологического надзора строительства и эксплуатации скважин (ИСТН) обеспечивает:

1. Строительство скважин по индивидуальным проектам, разработанным в полном соответствии с геологическими условиями точки заложения и требованиями задания на проектирование с использованием «Системы автоматизированного проектирования строи-

тельства скважин на нефть и газ» (САПРбурение).

2. Создание информационной сети с автоматизированными рабочими местами на скважине для объединения всех поступающих данных с точек отбора и их последующей обработки и мониторинга.
3. Полное контролирование необходимых параметров процесса строительства и эксплуатации скважины с автоматизированных станций сбора информации (геолого-технологических исследований, забойных телеметрических систем и др.) в реальном масштабе времени.
4. Обработку технико-технологической, экономической и экологической информации для использования на всех уровнях управления строительством скважин от бурового предприятия до руководства добывающего предприятия.
5. Формирование суточного рапорта бурового мастера.
6. Создание и использование банка данных скважины для анализа и принятия решений по оптимизации процессов бурения и эксплуатации скважины.
7. Автоматизацию принятия решений по оперативному управлению на уровне комплексной корректировки проекта на строительстве скважин с использованием САПРбурение.
8. Выработку рекомендаций по корректировке задания на проектирование строительства последующих скважин, в том числе с учетом повышения их эксплуатационных качеств.
9. Учет расхода всех видов материальных и финансовых ресурсов при строительстве и эксплуатации скважин с учетом затрат на экологическую реабилитацию территории.
10. Экономический анализ и калькуляцию фактической стоимости строительства и эксплуатации скважины.

Необходимо отметить, что внедре-

ние системы гарантирует эффективное и безаварийное строительство скважины, т.к. в процессе строительства принимает участие вся информация, используемая в создании современных объектов нефтегазодобычи и, кроме того, идет накопление необходимого опыта для строительства и эксплуатации скважин месторождения.

База данных формируется на основе информации, получаемой по результатам геолого-технологических и геофизических исследований скважин, расценки услуг, цен и объемов расходуемых материальных ресурсов, оплаты за используемое оборудование, транспортных средств, энергоресурсов и др. В результате решаются следующие задачи по:

- контролю и оптимизации процесса углубления скважины;
- обеспечению соответствия фактической траектории ствола скважины проектному пространственному положению;
- обеспечению контроля качества циркулирующего агента;
- прогнозу возможных осложнений при бурении;
- обеспечению и контролю качества крепления скважин;
- обеспечению и оценке качества заканчивания скважин;
- контролю выполнения проектных требований к параметрам качества скважин;
- мониторингу затрат и расходов материальных ресурсов;
- калькуляции стоимости по фазам строительства скважины;
- выработке рекомендаций по проектным решениям для строительства очередной скважины;
- созданию банка проектных данных и результатов мониторинга технологических, производственных и экономических показателей строительства и эксплуатации скважины.

Структура автоматизированной информационной системы технико-технологического надзора строительства и эксплуатации скважин

показана на рис. 3. Ее базовыми элементами являются:

1. Станция геолого-технологических исследований с видеоизменяемой комплектацией функциональных модулей, комплектом информационных датчиков и компьютерным оборудованием с необходимым программным обеспечением (ГТИ).

2. Автоматизированное рабочее место инспектора (АРМ инспектора по технико-технологическому надзору (ТН)) с пакетом программ, которое обеспечивает:

- мониторинг всех параметров строительства скважины;
- комплексный анализ в реальном времени и экспертную оценку информации о ходе строительства скважины;
- разработку рекомендаций по оперативному управлению и корректировке проектных решений, а также оценке приемлемости на уровне проекта с использованием «Системы автоматизированного проектирования строительства скважины на нефть и газ» (САПРбурение);
- экономический анализ и калькуляцию стоимости скважины.

3. АРМ бурового мастера, позволяющее проводить:

- мониторинг всех параметров строительства скважины;
- комплексный анализ в реальном времени и экспертную оценку информации о ходе строительства скважины;
- учет поступления и расходования на скважину материальных ресурсов;
- учет объема услуг транспортных, субподрядных и сервисных организаций;
- автоматизированное формирование всех видов исполнительной и отчетной документации;
- передачу отчетной документации по каналам связи.

4. АРМ технолога (бурильщика), оснащенное промышленным монитором в вибро-, ударо- и взрыво-

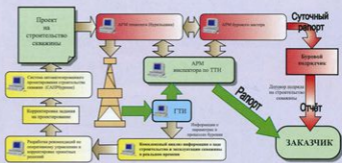


Рис. 3. Структура информационной системы технико-технологического надзора строительства и эксплуатации скважин

защищенном исполнении, на которое выводится:

- статистически обработанная в реальном масштабе времени информация о необходимых по проекту и фактических параметрах режима бурения;
- теоретические (при наличии телеметрии — фактические) нагрузка, крутящий момент и число оборотов на долоте;
- предупреждения об отклонениях от проектных параметров режима бурения и возможных или возникших осложнениях;
- запросы о действиях бурильщика.

Информационная система технико-технологического надзора строительства и эксплуатации скважин, основанная на распределенной вычислительной сети, объединяющей компьютеры АРМов, станции геолого-технологических исследований, забойных телеметрических систем и сервер банка данных, обеспечивает единое информационное пространство, охватывающее всех пользователей, работающих с различными форматами хранения данных, высокую достоверность информации и надежность ее хранения благодаря устойчивой к сбоям и потерям информации вычислительной системы.

Кроме того, автоматизированная информационная система технико-технологического надзора за строи-

тельством и эксплуатацией скважин представляет собой эффективную систему накопления, хранения и поиска технико-технологической и финансово-экономической информации с помощью единой базы данных. Ее структурные элементы обеспечивают архивацию данных для использования в ближайшей и дальней перспективе, а также обработку документов и построение системы анализа, прогнозирования и оценки обстановки для оперативных решений и выработки оптимальной стратегии.

Основой системы является поэтапная разработка адекватно адаптируемых геологических, гидродинамических, технологических, экологических и экономических моделей скважины для конкретного месторождения. А именно:

- формирование базы данных для решения задач и моделей автоматизированной информационной системы технико-технологического надзора за строительством и эксплуатацией скважин;
- оснащение скважины компьютерными комплексами;
- приобретение, интеграция и адаптация системного и программного обеспечения для решения задач с учетом доступных каналов передачи информации;
- создание автоматизированной технологии обработки и эксперт-



Рис. 4 Информационная система технико-технологического надзора строительства и эксплуатации скважины

ной оценки информационных потоков в реальном времени;

- адаптация САПР бурение к индивидуальному проектированию строительства скважины;
- создание системы контроля и оперативного управления строительством скважин службой технико-технологического надзора;
- создание системы контроля качества скважины и управления рисками при ее строительстве;
- разработка и утверждение руководством добывающего предприятия положения о статусе и функционировании ИСТТН, инструкции инспектора по ТТН и положения о правах, полномочиях и обязанностях инспектора по технико-технологическому надзору, как представителя заказчика на строящейся скважине.

Инструкция и положение об инспекторе по технико-технологическому надзору должны юридически корректно определять права, полномочия и обязанности инспектора как представителя заказчика на строящейся скважине. Инспектору необходимо предоставить право на приостановку работ на скважине при нарушении технологических требований проекта персоналом бурового предприятия. Технические

и программные средства автоматизированной информационной системы технико-технологического надзора строительства и эксплуатации скважин и поступающая от них информация должны быть собственностью добывающего предприятия и предоставляться буровому предприятию на коммерческой основе.

Вся информация, циркулирующая в компьютерной сети, должна быть доступна инспектору по технико-технологическому надзору. Доступ к информации с АРМ бурового мастера и АРМ бурильщика для исключения несанкционированного доступа ограничивается рамками решаемых ими вопросов.

При внедрении автоматизированной информационной системы технико-технологического надзора строительства и эксплуатации скважин ликвидируется разрыв между информацией о строительстве и эксплуатации скважин (см. рис. 2), повышается качество, рентабельность и экологическая безопасность разработки месторождений углеводородов.

Система основана на объединении в банке данных горно-геологической, технико-технологической, финансово-экономической и экологической информации о строитель-

гической информации о строительстве и эксплуатации скважин (рис. 4). Совместный анализ по мере накопления информации позволит установить четкие связи между продуктивностью, долговечностью, межремонтными сроками, необходимостью дополнительного воздействия на продуктивный пласт и технологиями строительства скважины со снижением капитальных затрат. Установление таких связей радикально улучшит качество скважин при одновременной минимизации затрат на их строительство на основе оптимального управления производственными рисками.

В настоящее время ИСТТН апробируется при строительстве скважин на Юрхаровском нефтегазовом месторождении.

На буровых площадках функционируют станции геолого-технологических исследований и забойных телеметрических систем, объединенные в единое информационное пространство с АРМом инспектора по технико-технологическому надзору, надзирающим за строительством объекта и фокусирующим всю поступающую с объекта информацию.

Далее технико-технологическая информация в реальном масштабе времени поступает в центр управления бурением (ЦУБ), расположенный на базе Научно-исследовательского и проектного центра газонефтяных технологий РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина. Здесь информация обрабатывается, анализируется с целью принятия оперативных технико-технологических решений в реальном масштабе времени и архивируется для использования в строительстве последующих скважин.

Полученные в процессе апробации результаты показывают, что информационная система технико-технологического надзора за строительством и эксплуатацией скважин жизнеспособна и высоко эффективна. Все это позволяет сделать вывод о целесообразности ее внедрения на производстве.