

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА БУРЕНИЯ СКВАЖИН

**Бекболотов Т.Б., д.т.н., профессор, Койлубаев Э.С., соискатель
Кыргызско-Российский Славянский Университет, Кыргызстан,
e-mail: ekoilubaev@mail.ru**

Несмотря на внедрение современного оборудования, прогрессивных технологий бурения и средств автоматизации отдельных операций при бурении разведочных и технологических скважин остаются значительные резервы повышения производительности труда и улучшения его технико-экономических показателей. Эти резервы заключаются, прежде всего, в оптимизации и автоматизации оперативного управления процессом бурения скважин и в совершенствовании организации работ. Работы по совершенствованию управления процессом бурения и его оптимизации получили новые возможности практической реализации с появлением управляющей микропроцессорной техники и созданием на ее основе систем автоматизированного управления.

Системы автоматизированного управления процессом бурения способны выбирать и поддерживать оптимальные режимы бурения в соответствии с заданными критериями оптимальности и в рамках установленных ограничений. С помощью систем автоматизированного управления можно более жестко нормировать процесс бурения, широко внедрять передовые технологии бурения. Существующие системы автоматизированного управления процессом бурения скважин на полезные ископаемые позволяют собирать, накапливать и обрабатывать информацию о процессе бурения, управлять процессом бурения в режиме реального времени, диагностировать работоспособность отдельных узлов и механизмов.

Ниже представлен обзор ранее использовавшихся и ныне существующих систем автоматизированного управления процессом бурения.

Состояние разработок по автоматизации процесса бурения

Японская фирма “Кокэн Боринг Машин Ко” разрабатывает буровые станки с компьютерным управлением с 1979 г. [1]. Например, в 1981 г. был разработан буровой станок СВК-К-10А с программным управлением. Эта модель представляла собой малогабаритный гидравлический станок со встроенной микроЭВМ, который предназначен для геологической съемки и бурения цементировочных скважин глубиной до 100 м при постройке дамб и плотин. Разработчики системы считали, что эффективность и безопасность бурения значительно зависят от квалификации оператора-бурильщика, поэтому цель разработки бурового станка со встроенной ЭВМ состояла в обеспечении высокой надежности, эффективности и безопасности работы при бурении станком независимо от квалификации бурильщика и, тем более, в открытии возможности автоматического бурения станком скважины заданной глубины в неизвестных горно-геологических условиях. Система управления позволяла собирать информацию по шести параметрам и по заданной программе производить оптимальное управление станком.

В ФРГ в 1989 г. приступили к оптимизации процессов бурения на основе микроэлектроники при разработке рудных месторождений скважинами большого диаметра. Автоматическое регулирование при бурении скважин большого диаметра позволяло:

- повысить скорость бурения при снижении удельного износа породоразрушающего инструмента и потребления энергии;
- создать условия для обслуживания бурового станка одним человеком, обслуживания одной бригадой нескольких станков;
- сократить потери времени в начале и конце смены.

В разработке предусматривались диагностика бурового станка, регистрация и индикация параметров режимов бурения. Оптимизацию процесса бурения намечалось осуществлять путем адаптивного регулирования с помощью вычислительных устройств.

Фирмой "Даймэнт Боарт" была создана гидрофицированная установка с подвижным вращателем и трубодержателем, в управлении которой использован микропроцессор. С помощью микропроцессора координировалось функционирование элементов гидроуправления, выполнялись расчеты различных операций и контролировалось их соответствие предварительно принятым заданиям. При спускоподъемных операциях микропроцессор синхронизировал последовательность срабатывания гидропатрона вращателя и трубодержателя.

Дополнительные функции системы управления установки:

- защита по максимальному крутящему моменту при свинчивании и развинчивании буровых труб;
- ограничение по предельной осевой нагрузке во время бурения, что повышало надежность буровой колонны;
- регистрация и обработка информации о процессе бурения, которая затем использовалась для интерпретации этого процесса и геологического разреза.

В начале 1999 г. Московское специальное конструкторское бюро геофизического приборостроения и информатики "Ореол" выпустило систему технологического контроля параметров бурения "СГТ-микро". Система была рекомендована Госгортехнадзором РФ для внедрения во всех буровых предприятиях как оборудование для обеспечения безопасности ведения буровых работ и предотвращения аварий. Система "СГТ-микро" по функциональным возможностям была аналогична подобным средствам, выпускаемым известной фирмой "Мартин-Декер". Стоимость "СГТ-микро" в 4-6 раз меньше, а с учетом затрат на обучение персонала, профилактическое обслуживание и ремонт, вызов специалистов при возникновении нестандартных ситуаций и т.п., стоимостное отношение еще более возрастало в пользу "СГТ-микро".

В настоящее время в России разработан ряд компонентов АСУ, которые успешно используются в практике бурения. Так, в частности, ОАО НПП "Герс" разработана станция геолого-технических исследований нефтяных скважин "Разрез-2", которая успешно используется в ОАО "Сургутнефтегаз" для проведения геофизических исследований скважин (ГИС) в процессе бурения. Наряду с решением задач контроля геолого-геофизических параметров станция обеспечивает регистрацию и анализ ряда технологических параметров на основе датчиков, установленных на буровом оборудовании [2].

Другой российской фирмой ООО НПП «Петролайн-А», осуществляющей свою деятельность с 2001 года, выпускается для АСУ процессом бурения контрольно-измерительный комплекс ДЭЛ-140, представляющий собой универсальный измерительный комплекс приборов с изменяемым количеством обрабатываемых параметров и передачей зарегистрированных данных по каналам связи GPRS или спутниковому каналу связи [3].

Измерительный комплекс ДЭЛ-140 позволяет контролировать следующие параметры:

- нагрузка на крюке талевого системы подъемной установки;
- давление в нагнетательной магистрали гидравлического или нагрузка на канате механического ключей при свинчивании труб;
- давление в системе промывки бурового раствора;
- крутящий момент на роторе буровой установки;
- обороты ротора;
- уровень бурового раствора в ёмкостях;
- обороты вала лебёдки;
- наличие или отсутствие выхода бурового раствора.
- нагрузка на буровой инструмент с возможностью использования режима стрелочного модуля индикации – «Верньер»;

- скорость спуска колонны.

В ЗАО «АМТ», г. Санкт-Петербург, производится станция контроля параметров бурения АМТ 100 [4]. Станция АМТ 100 представляет собой автоматизированный аппаратно-программный комплекс, предназначенный для оперативного контроля параметров бурения нефтяных и газовых скважин, оптимизации и обеспечения безаварийности бурения. Станция является современным средством контроля технологии строительства нефтяных и газовых скважин.

Для контроля и оптимизации бурения станция автоматически формирует до 40 параметров, характеризующих режим и условия бурения, в том числе:

- нагрузка на крюке;
- нагрузка на долото;
- давление нагнетания;
- момент на роторе (или на машинном ключе);
- расход раствора на входе;
- расход раствора на выходе;
- глубина забоя;
- давление на забое и др.

Наличие в станции промышленного миникомпьютера позволяет решать различные технологические задачи (например, прогноз отработки долота и его оптимизация), а так же хранить в памяти технологическую информацию для дальнейшей ее обработки.

Станция, представляя буровому мастеру точную и объективную информацию о ходе бурения, обеспечивает возможность оптимизации режима бурения, отработки долота по любому из критериев: минимальная стоимость метра проходки, максимальная рейсовая или механическая скорость, максимальная проходка на долото. Станция выполняет автоматический анализ совокупности контролируемых параметров бурения и на этой основе выявляет отклонение параметров от “нормы”, возникновение осложнений, предаварийных и аварийных ситуаций, в том числе:

- газонефтепроявление и выброс;
- поглощение;
- остановка забойного двигателя;
- перегрузка долота;
- заклинка опор долота;
- перегрузка бурильной колонны крутящим моментом;
- промыв бурильной колонны;
- обрыв бурильной колонны (в верхней и нижней частях);
- перегрузка манифольда по давлению;
- неисправность насоса.

Другая разработка ЗАО «АМТ» – станция геолого-технологического контроля бурения и исследования скважин АМТ 121 [5]. Станция АМТ 121 предназначена для контроля параметров бурения нефтяных и газовых скважин, обеспечения безаварийности и безопасности бурения скважин, получения полной и объективной информации о скважинах, необходимой для управления бурением скважин и его оптимизации, управления разведкой и освоением месторождений.

Станция АМТ 121 обеспечивает:

- автоматический прием сигналов технологических датчиков, аппаратуры газового каротажа, забойной инклинометрической системы, ввод справочной информации;
- автоматическую обработку принятых сигналов, интерпретацию полученной информации;
- контроль бурения: углубки забоя, спускоподъемные операции с контролем долива скважины, цементирования;
- распознавание осложнений, аварийных ситуаций на начальной стадии их возникновения, в том числе газонефтепроявлений и выбросов;

- определение в процессе бурения литологического разреза, выделение пластов-коллекторов, определение пластового давления в процессе бурения и прогноз пластового давления;

- определение параметров газового каротажа, продуктивности пластов-коллекторов;

- построение уточненного геологического разреза по данным, полученным в процессе бурения и исследования шлама и керна и др.

Станция предоставляет точную и объективную информацию о режиме бурения, ресурсе времени работы долота, текущих технико-экономических показателях бурения. Обеспечивает возможность оптимизации режима бурения и отработки долота по одному из критериев: минимальная стоимость метра проходки, максимальная рейсовая или механическая скорость, максимальная проходка на долото. Станция осуществляет автоматический анализ совокупности контролируемых параметров бурения и на этой основе предсказывает возникновение осложнений, предаварийных и аварийных ситуаций.

Станцией АМТ 121 автоматически распознаются 20 ситуаций, в том числе:

- газонефтепроявление и выброс;

- поглощение;

- сальник на долоте;

- осыпание, обвал стенок скважины;

- остановка забойного двигателя;

- перегрузка долота;

- заклинка опор долота;

- перегрузка бурильной колонны крутящим моментом;

- промыв бурильной колонны;

- перегрузка манифольда по давлению;

- обрыв бурильной колонны (в верхней и нижней частях);

- неисправность насоса.

В процессе бурения станция АМТ 121 автоматически решает задачи:

1. Геологического исследования скважины:

- обеспечивает выполнение расширенного механического, фильтрационного и газового каротажей;

- рассчитывает пластовое и поровое давления во вскрываемом разрезе по методу D-экспоненты и/или сигмакаротажа;

- определяет и интерпретирует параметры газового каротажа и др.

2. Выполняет автоматическую обработку инклинометрических замеров по скважине, определяет координаты скважины на пробуренном интервале и прогнозирует их на заданный интервал, выполняет проверку попадания скважины в круг допуска, строит проекции скважины.

3. Обеспечивает оперативное получение информации, необходимой для эффективного управления проводкой скважины при различных видах бурения.

Эффективность систем автоматизированного управления процессом бурения выражается в увеличении производительности труда в результате роста механической скорости бурения, уменьшения количества аварий и осложнений, увеличения производительного времени за счет объективного документированного контроля.

Очевидно, в ближайшем будущем не предвидится сокращение обслуживающего персонала буровой установки, так как, по крайней мере, с точки зрения техники безопасности, буровая установка должна обслуживаться не менее, чем двумя рабочими. Но можно говорить об условном высвобождении численности при автоматизированном управлении даже в процессе бурения одной скважины. Поскольку система управления принимает на себя часть функций обслуживающего бурового персонала, то в высвободившееся время рабочие могут выполнять различные вспомогательные работы. Кроме того, за счет повышения скоростей бурения возможно сокращение количества буровых установок, а, следовательно, и численности рабочих.

Снижение себестоимости 1 м бурения скважины – другой источник эффективности систем автоматизированного управления процессом бурения. Это достигается с одной стороны, за счет роста производительности труда, а с другой – за счет меньших удельных расходов истирающих материалов, инструмента, энергии, увеличения межремонтных сроков оборудования и т.д. Например, известная система Вектор-1, разработанная в Севукргеологии В.А.Флянтиковым и В.А.Бабишиным, обеспечила рост производительности труда на 46%, увеличение механической скорости и длины рейса на 30 и 43% соответственно, снижение затрат мощности при бурении 1 м, расхода истирающих материалов и себестоимости буровых работ на 6,50 и 19,3% соответственно [1].

Такие результаты получены при бурении плановых геологоразведочных скважин общим объемом более 10 тыс. м. Следует учесть, что названная система вследствие жесткой, аппаратной, реализации алгоритма управления обладает весьма ограниченными функциональными возможностями и по существу управляет лишь по одному параметру – нагрузке на породоразрушающий инструмент (долото).

К неявным источникам экономической эффективности можно отнести функции контроля и регистрации параметров, а также показателей процесса бурения, выполненные системой управления. При этом высвобождается определенная часть инженерно-технических работников, которые должны хронометрировать процесс и предварительно обрабатывать данные.

Внедрение систем автоматизированного управления имеет также и важное социальное значение. Прежде всего, это устранение различий между умственным и физическим трудом, улучшение условий труда и техники безопасности, поскольку в результате автоматизации буровой персонал может быть удален на безопасное расстояние от движущихся и вращающихся частей, и создание комфортабельных условий работы.

В недалеком будущем с внедрением гидрофицированных буровых установок нового поколения возможен рост эффективности за счет расширения функциональных возможностей системы управления процессом бурения, таких как автоматизация спуско-подъемных операций, диагностика состояния станка, оперативная обработка данных скважинной геофизики, учет расхода материалов и т. д.

Литература

1. Чирвинская И. Автоматизация процесса бурения [Текст]: диплом. раб., 2001., <http://works.tarefer.ru>.
2. Шаяхметов В.З. Проблемы создания современных систем управления буровыми установками [Текст]: аналит. журн. «Нефтегазовая вертикаль». 2001. №17. С.92 – 94.
3. Контрольно-измерительный комплекс ДЭЛ-140 [Текст]: каталог /ООО НПП «Петролайн-А», Республика Татарстан, Набережные Челны, 2010.
4. Станция контроля параметров бурения АМТ 100 [Текст]: каталог /ЗАО АМТ, Санкт-Петербург, 2010.
5. Станция контроля параметров бурения АМТ 121 [Текст]: каталог /ЗАО АМТ, Санкт-Петербург, 2010.