**Описание устройства сбора и первичной обработки информации о состоянии процесса бурения**

Необходимое условие качественного решения задачи автоматического управления процессом бурения – получение информации о состоянии процесса с требуемой оперативностью и точностью. Требуемая оперативность получения информации определяется необходимостью управления процессом в реальном масштабе времени, т. е. управляющие воздействия должны сформироваться без запаздывания (или с допустимым запаздыванием) относительно изменений состояния управляемого процесса. Это обеспечивается тем, что технологические параметры должны измеряться с частотой, оптимальной для временных характеристик процесса бурения, к которым относятся длительность переходных процессов в приводе подаче бурового станка, инерциальные свойства буровой колонны, нестационарный характер процесса.

Кроме того, временные характеристики существенно зависят от геолого-технических условий бурения: глубины скважины, физико-механических свойств разбуриваемых пород, типов бурильных труб и компоновки бурильной колонны, свойств очистного агента, режима промывки скважины и т.п. Расчет точных временных характеристик возможен лишь на основе адекватного математического описания процесса бурения (модели), определяющего не только качественные, но и точные количественные зависимости входных и выходных переменных, характеризующих процесс бурения, для конкретных геолого-технических условий.

Однако существующие в настоящее время математические описания процесса бурения имеют качественный характер и позволяют лишь достаточно приблизительно оценить (от единиц до нескольких десятков секунд) временные характеристики процесса бурения. Эта оценка также подтверждается многочисленными экспериментальными данными. Таким образом, временные характеристики процесса бурения, а следовательно, и частота опроса параметров, не могут быть точно определены на основании расчетов. На данном этапе развития автоматизированного управления процессом бурения целесообразно рассматривать период опроса параметров как технологическую константу, конкретное значение которой для определенных условий устанавливают экспериментальным путем по соответствующим методикам. По данным экспериментальных исследований и испытаний, при бурении различными буровыми установками (СКБ-4, 5, 8, ЗИФ-650) скважин глубиной 100-300 м при периоде опроса параметров с [pic] обеспечиваются вполне удовлетворительное качество стабилизации режимных параметров бурения, своевременная и эффективная реакция на изменения процессов и ликвидация аномальных технологических ситуаций в начальных стадиях их развития. При таких больших периодах опроса параметров невозможен анализ высокочастотных процессов в бурении, например, вибраций, диапазон которых составляет, по различным оценкам, от сотен герц до десятков килогерц. Для реализации опроса параметров с такими высокими частотами необходимы специальные технические средства и сложный математический аппарат обработки измерений. Поэтому в настоящее время целесообразно проводить специальные исследования высокочастотных процессов в бурении и формировать по их результатам рекомендации по управлению режимами бурения, например, в виде системы ограничений.

Для целей управления режимами бурения в реальном масштабе времени возможно ограничиться решением задачи формирования временного ряда измерений (тренда), который адекватен реальным закономерностям изменения состояния процесса бурения, позволяющего обнаруживать взаимозависимости изменения параметров и прогнозировать тенденции изменения состояния процесса. Качество формирования тренда каждого параметра бурения также определяется точностью измерений отдельных точек (мгновенных значений), составляющих тренд.

Процедура получения мгновенного значения параметра, представляющего собой непрерывный электрический сигнал, заключается в квантовании этого сигнала по уровню, которое состоит в том, что в диапазоне непрерывных значений функции ?(?) выбирается конечное число дискретных значений функции, распределенных, например, равномерно по всему диапазону. В момент измерения значения функции ?(?) заменяется значением ближайшего дискретного уровня. Функция при этом приобретает ступенчатый вид (рис. номер ). При квантовании возникает погрешность квантования, определяемая шагом квантования [pic]. При равномерном квантовании по уровню максимальное значение приведенной погрешности квантования [pic] где [pic]- диапазон изменения параметра; (q-1) – число интервалов (шагов) квантования, q-1=([pic]).

Однако основная проблема заключается в выделении полезного сигнала на фоне случайных помех, источник которых не измерительные тракты, а стохастические возмущения, возникающие в процессе бурения и являющиеся следствием изменяющихся условий бурения и нестабильности работы бурового оборудования. Задача состоит в формировании измерения требуемого параметра бурения в определенный момент времени таким образом, чтобы совокупность этих измерений отражала закономерное изменение данного параметра в пределах анализируемого временного интервала. В разрабатываемой настоящим дипломе системе указанная проблема решается следующим образом:

Формирование одного измерения каждого вида параметров производится по определенному количеству опросов АЦП, которое рассматривается как статистическая выборка n наблюдаемых значений измеряемой величины [pic], …, [pic] (под опросом АЦП понимается однократный программный запуск АЦП для измерения мгновенного значения заданного параметра в момент запускаю; быстродействие АЦП ADC0816 позволяет производить опросы с частотой 10-30 Гц в зависимости от амплитуды измеряемого сигнала). В качестве значения параметра вычисляется выборочное среднее – первый момент выборочного распределения случайной величины. Для одномерных распределений – это среднее арифметическое значение по элементам выборки [pic], …, [pic] [pic] (7/1) При обработке статистических выборок среднее арифметическое является оценкой математического ожидания, точность которого зависит от количества элементов выборки n. Так как n в случае формирования измерений параметров необходимо выбирать из соображений получения достаточной точности, то для оценки этой точности при небольших объемах выборок можно воспользоваться наилучшими линейными оценками S среднего квадратического отклонения.

Очевидно, с увеличением n точность формирования измерения повышается и при n=4 и при n=8 вполне удовлетворительна. Кроме того, для выявления тенденций в изменении состояния процесса бурения точность формирования измерений различных параметров может быть неодинаковой. Например, механическую скорость и крутящий момент (мощность), как наиболее информативные параметры необходимо измерять с большой точностью (n=8), чем осевую нагрузку и частоту вращения (n=4).

Для параметров расхода промывочной жидкости и давления на насосе, изменения которых носят пульсирующий характер, можно ограничиться n=2.

Параметры обрабатываются не в физических единицах параметров бурения, а в некоторых абстрактных единицах (кодах АЦП), пропорциональных измеренному напряжению сигнала с соответствующего датчика. Следующий этап формирования измерения – масштабирования, т. е. перевод значений измерений, выраженных в кодах АЦП, в физические единицы.

Для некоторых параметров требуется дополнительная математическая обработка, связанная с особенностями их измерения. Например, при измерении осевой нагрузки на породоразрушающий инструмент необходимо учитывать вес снаряда в зависимости от того, как производится бурение: с дополнительной нагрузкой или разгрузкой. Такая дополнительная обработка осуществляется специальными подпрограммами, учитывающими конкретные характеристики буровых установок и датчиков технологических параметров. В системе автоматического управления процессом бурения должна быть реализована возможность изменения определенных характеристик подсистемы опроса и первичной обработки информации путем ввода в систему соответствующих данных с пульта оператора системы. К таким характеристикам относятся период измерения параметров , количество опросов в измерении, Масштабные коэффициенты, выбор требуемой подпрограммы обработки. Данные изменения должен производить специалист службы КИП экспедиции или партии при проведении наладочных и проверочных работ.

Как указывалось выше, оценка и прогнозирование изменений состояния процесса бурения осуществляется путем формирования и анализа временного ряда (тренда) каждого из измеряемых параметров. Непосредственно анализ трендов, оценка и прогнозирование изменений состояния процесса производится другими подсистемами системы автоматического управления процессом бурения. Задача подсистемы сбора и первичной обработки информации – формирование тренда, который, с точки зрения программной реализации, должен представлять собой массив ячеек памяти, в котором хранятся значения параметров, упорядоченные во времени.

Такой массив памяти формируется с использованием так называемой стековой организации хранения данных, суть которой заключается в том, что в массиве памяти фиксированного объема N , содержащего N значений определенной переменной, новое (N + 1) значение данной переменной помещается в этот массив (стек) за счет исключения из него по определенному правилу одного из N элементов. Правилами записи в стек могут быть ”первый пришел – первый ушел”, ”первый пришел – последний ушел” и т. п. В данном случае стековая организация хранения данных организована следующим образом.

Часть объема ОЗУ ЭВМ, в котором организована оперативная информационная база, разделена на блоки, включающие по 64 ячейки памяти. Число таких блоков равно максимальному количеству параметров и показателей процесса бурения, используемых в системе. Каждый из таких блоков является стеком соответствующего параметра; запись информации во все стеки осуществляется по правилу ”первый пришел – первый ушел”. Пусть в момент времени [pic][pic] в каком либо стеке, например стеке измерений [pic], находилось 64 предыдущих значений (рис. 7.2) [pic] ,( [pic], [pic], …,[pic]).

В момент времени [pic] было сформировано очередное измерение [pic], которое необходимо поместить в стек, [pic] будет перемещено в 63-й элемент, [pic] - в 62-й элемент и таким образом до ”вершины” стека, т. е. до1-го элемента, в который будет помещено значение [pic], а значение [pic] будет удалено из стека. Следовательно, в стек будет помещаться каждое новое измерение данного параметра.

Запись во все стеки производиться синхронно с периодом [pic], т. е. в момент времени [pic] (где K - номер цикла измерений) формируются измерения всех параметров и записываются значения измерений в соответствующие стеки. В любой момент времени [pic] в стеках Очевидно, что, располагая данными за такой относительно длительный интервал времени, можно достаточно надежно распознавать возникающие изменения состояния процесса и прогнозировать тенденции развития технологических ситуаций. Анализ формируемых таким образом временных рядов производится другими подсистемами системы по математическим методам и алгоритмам, соответствующим задачам, решаемым каждой из подсистем.

Описанные выше методы опроса, первичной обработки и хранения информации о параметрах и показателях процесса бурения реализуются программным модулем САУ технологическим процессом, который получает управление циклически, с периодом [pic] Данный программный модуль имеет в системе высший приоритет.

Вся необходимая для работы информация содержится в таблице опроса параметров (рис. xxxx) и определяет требуемый режим и характеристики измерений. Блок схема алгоритма работы модуля приведена на рис. xxxx.

Важное преимущество подобной структуры данной подсистемы - возможность простого изменения или замены подпрограммы обработки измерений параметров, и следовательно возможность работы системы с различными датчиками и измерительными приборами.

**Список литературы**