

Таким образом, дифференциальные уравнения (I) позволяют анализировать магнитные системы в динамическом режиме, что является общим случаем при исследованиях электромагнитных преобразователей информации.

Литература

1. Зарипов М.Ф. Преобразователи с распределенными параметрами. - М.: Энергия, 1969. - 176 с.
2. Атабеков Г.И. Теоретические основы электротехники. - М.-Д.: Энергия, 1966, ч. I. - 319 с.
3. Зарипов М.Ф. Датчики малых угловых скоростей. - Уфа: изд-во Уфимского авиационного ин-та, 1975. - 72 с.

УДК 622.24.08

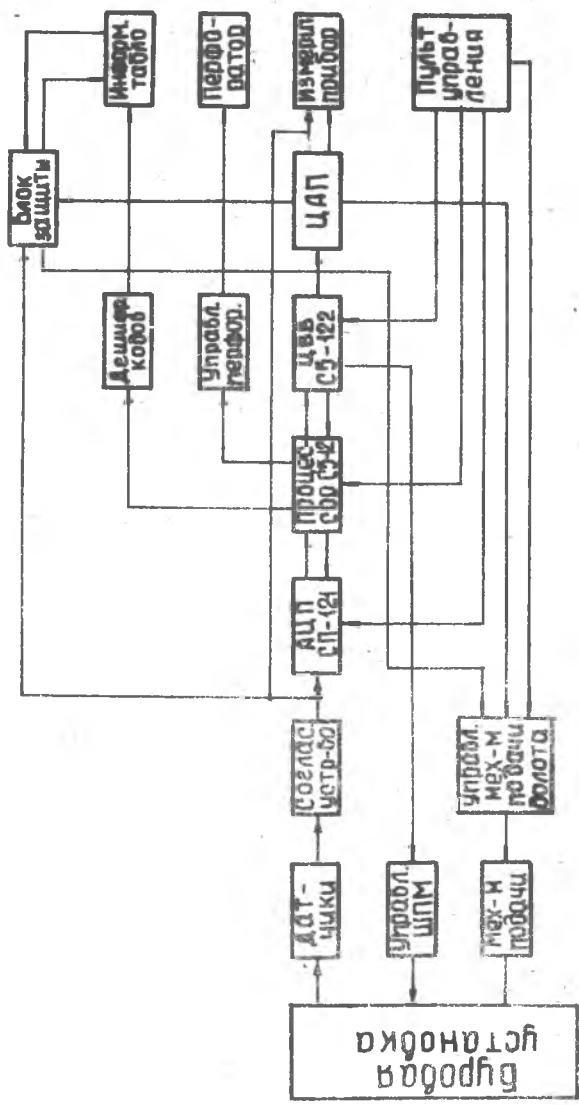
В.А.Брашникков, В.А.Кулименко, М.И.Сергеев

СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ БУРЕНИЯ "УЗБЕКИСТАН"

Система предназначена для автоматического управления процессом бурения глубоких скважин. В основе системы находится микроЭВМ "Электроника С5-12", использующая технологические алгоритмы обработки измерительной информации, изложенные в [1, 2].

Структурная схема системы представлена на рис. 1.

Информация о технических параметрах с буровой установки поступает на датчики: проходки долота, веса бурящего инструмента, крутящего момента роторного стола и давления промывочной жидкости. Далее информация через согласующее устройство поступает на блок защиты, измерительные приборы, а также на аналого-цифровой преобразователь (АЦП) - "Электроника С5-12" и далее на микропроцессор "Электроника С5-12", где происходит основная обработка информации с учетом граничных условий, задаваемых на пульте управления. С процессора информация поступает на блок цифровых входов-выходов (ЦВВ - "Электроника С5-122А"), где вырабатывается команда на шпно-пневматическую муфту (ШПМ), разобщающую двигатель от буровой лебедки. Далее обработанная информация поступает на цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП), с которого информация поступает на блок защиты для предотвращения аварийных ситуаций и через блок управления механизмом подачи долота на механизм пода-



Р и с. 1. Структурная схема системы "Узбекистан"

чи для регулирования осевой нагрузки (управляющее воздействие). Это основной контур управления, который осуществляется автоматически. Кроме этого имеется контур регистрации информации на перфоленте для пополнения банка данных, а также контур индикации на визуальном наблюдении за выработкой и прохождением сигналов по основному контуру циркуляции информации: измерительные приборы и информационные табло. В случае отказа системы оператор в любой момент может перейти на ручное управление с пульта управления, ориентируясь на показания приборов.

После пуска системы в блоке I алгоритма управления (рис. 2) осуществляется проверка условий бурения, например, работают ли насосы, подающие промывочную жидкость, и т.п.

При выполнении условий блока I блок 2 производит подачу бурильного инструмента. В блоке 3 осуществляется контроль крутящего момента на роторе. Если его величина не выходит за допустимые пределы [1]

$$M_T / M_N \geq C_M, \quad (1)$$

где M_T - текущее значение крутящего момента на роторе;

M_N - начальное значение крутящего момента на роторе;

C_M - задаваемая кратность отношения моментов,

то следует операция шагового поиска эффективной осевой нагрузки на долото [2]

$$P_{эф} = P(t) \Big|_{\Delta P = \text{const} \quad \Delta t_{\min}}, \quad (2)$$

где ΔP - постоянная величина кванта (шага) осевой нагрузки;

Δt_{\min} - минимальное время спадания осевой нагрузки на ΔP при разбуривании с остановленной подачей инструмента ($V_K = 0$);

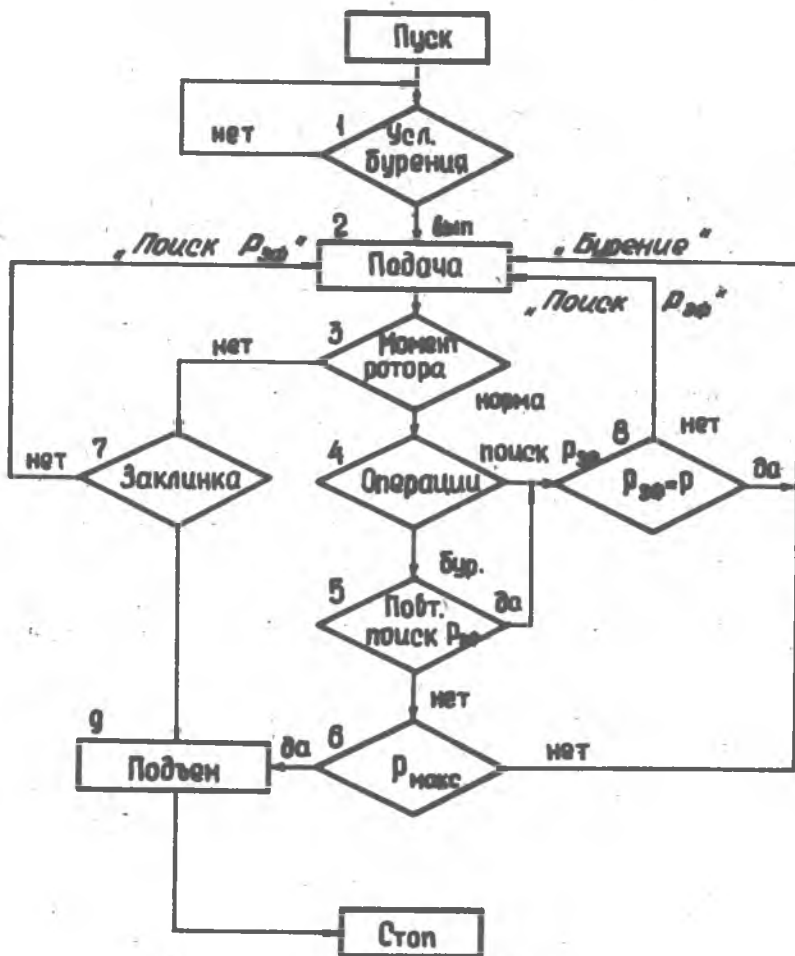
$P(t)$ - текущее значение осевой нагрузки на долото.

С найденным значением осевой нагрузки бурение продолжается до тех пор, пока в блоке 3 не выполнится условие (1). В этом случае блок 7 при выполнении дополнительного условия

$$\Delta t_M \geq K_M, \quad (3)$$

а также

$$P'(t) > 0 \Big|_{V_K = 0}, \quad (4)$$



Р и с. 2. Алгоритм функционирования системы "Узбекистан"

где K_M - допустимая длительность заклинки долота;
 $P'(t)$ - производная осевой нагрузки;
 V_K - скорость подачи колонны бурильных труб,

подает команду на подъем долота для его замены по износу опоры (заклинка долота).

Выполнение условий (I), (3), а также

$$P'(t) = 0 \mid V_k = 0 \quad (5)$$

классифицируется как остановка турбобура.

При этом инструмент приподнимается, турбина расклинивается, осуществляется поиск нового значения эффективной осевой нагрузки и бурение продолжается.

В процессе бурения происходит износ долота, меняется разбуриваемая порода, т.е. для нового сочетания долото-порода может выполняться условие

$$C_{пп} > h_p / h_{\Delta t} > 1/C_{пп}, \quad (6)$$

где $C_{пп}$ - коэффициент, характеризующий степень изменения забойных условий, при которой целесообразно приступить к выбору нового значения;

h_p - реперная проходка за некоторый отрезок времени Δt измеренная после установления предыдущей эффективной осевой нагрузки на долото;

$h_{\Delta t}$ - текущая проходка за Δt .

При этом блок 5 подает команду на поиск нового значения P_3 если при измерениях проходки колебания осевой нагрузки не превышали некоторой величины

$$\Delta P \leq C_p. \quad (7)$$

Так осуществляется процесс бурения.

При оптимальном износе вооружения долота выполняется условие

$$V_p / V_m \geq C_v, \quad (8)$$

где V_p - рейсовая скорость проходки;

V_m - механическая скорость проходки;

C_v - эмпирический коэффициент, при котором блок 6 с учетом выполнения (7) подает команду на подъем долота, и долбление заканчивается.

Таким образом, система "Узбекистан" ведет управление процессом бурения в автоматическом режиме и является, следовательно, роботом-бурильщиком.

Промысловые испытания системы показывают ее высокую эффективность. Так, при бурении скважины № 5 северный Шуртан на интервале 1600-2970 м получено по сравнению со скважиной № 4 той же площади снижение изменяющихся затрат на 1 м проходки на 14,25 рублей (23,4%) при одновременном увеличении механической скорости на 39%.

В настоящее время система проходит межведомственные испытания.

Литература

1. Фингерит М.А. Рациональная эксплуатация шарошечных долот. - М.: Недра, 1965.

2. Козловский Б.А., Гафиятуллин Р.Х. Автоматизация процесса геолого-разведочного бурения. - М.: Недра, 1977.

УДК 622.243.7

И.Б.Андреев, Ю.Н.Кочемасов, С.К.Прищепов, А.Н.Сергеев

МАЛОГАБАРИТНОЕ УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ АЗИМУТА СО СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫМ ВЫЧИСЛИТЕЛЕМ

Разработка и внедрение информационно-измерительных систем (ИИС) контроля бурения скважины требует совершенствования первичных преобразователей угловых параметров ее (скважины) траектории: азимута и зенитного угла. Траектория скважины, ее пространственное положение определяется относительно опорной системы координат, например, связанной с вектором магнитного поля Земли (МПЗ). В настоящее время эта задача решается с помощью инклинометров, в которых преобразователи азимута обычно строятся по кинематической схеме с двумя карданными рамками. Карданные рамки осуществляют принудительную ориентацию чувствительных элементов МПЗ - двух ортогональных феррозондов в плоскости горизонта. В этом случае сигналы феррозондов изменяются по закону синуса или косинуса угла азимута, измеряемого относительно горизонтальной проекции вектора МПЗ.

Точность преобразований азимута, выполненных по этой схеме, в значительной степени определяется инструментальными погрешностями: неточная установка рамок в плоскостях наклона и горизонта; негоризонтальность и неортогональность осей чувствительности феррозондов. Уменьшение этих погрешностей приводит к сложным ба-