

ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ И СИСТЕМЫ

УДК 622.532:004.4

А.Е.Медведев

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ КАРЬЕРНОГО БУРОВОГО СТАНКА

Совершенствование систем автоматизации карьерных буровых станков является одним из существенных факторов повышения роста эффективности их функционирования, в частности роста производительности и снижения затрат на бурение.

Современные шарошечные станки оснащены аппаратными средствами автоматизации, не обеспечивающими автоматический поиск и поддержание оптимальных режимов бурения. Применение на буровых станках микропроцессорных средств, в частности программируемых контроллеров, позволяет существенно расширить функциональные возможности системы автоматизации : не только оптимизировать процесс бурения, но и обеспечить передачу на диспетчерский пункт информации о работе станка (количество пробуренных метров, об отказах и причинах простоя), осуществить диагностирование состояния системы управления и оборудования, представить машинисту в удобном

виде данные о работе станка.

В качестве критерия оптимального управления бурением могут быть выбраны различные технические или экономические показатели, например, производительность станка, себестоимость проходки 1 метра скважины, углубление долота на один оборот, интенсивность износа долота, удельный расход электроэнергии и др. С практической точки зрения целесообразно ставить вопрос о таком выборе режимных параметров, который при заданной стоимости станка и технических ограничениях, обеспечивал бы его максимально возможную сменную производительность. Для этого следует бурить с предельной скоростью, при которой сохраняется нормальная работоспособность станка (без простоев на устранение неисправностей) и сократить время на вспомогательные операции, обеспечивающие процесс бурения (наращивание и разборка бурового става, перехват става механизмом подачи).

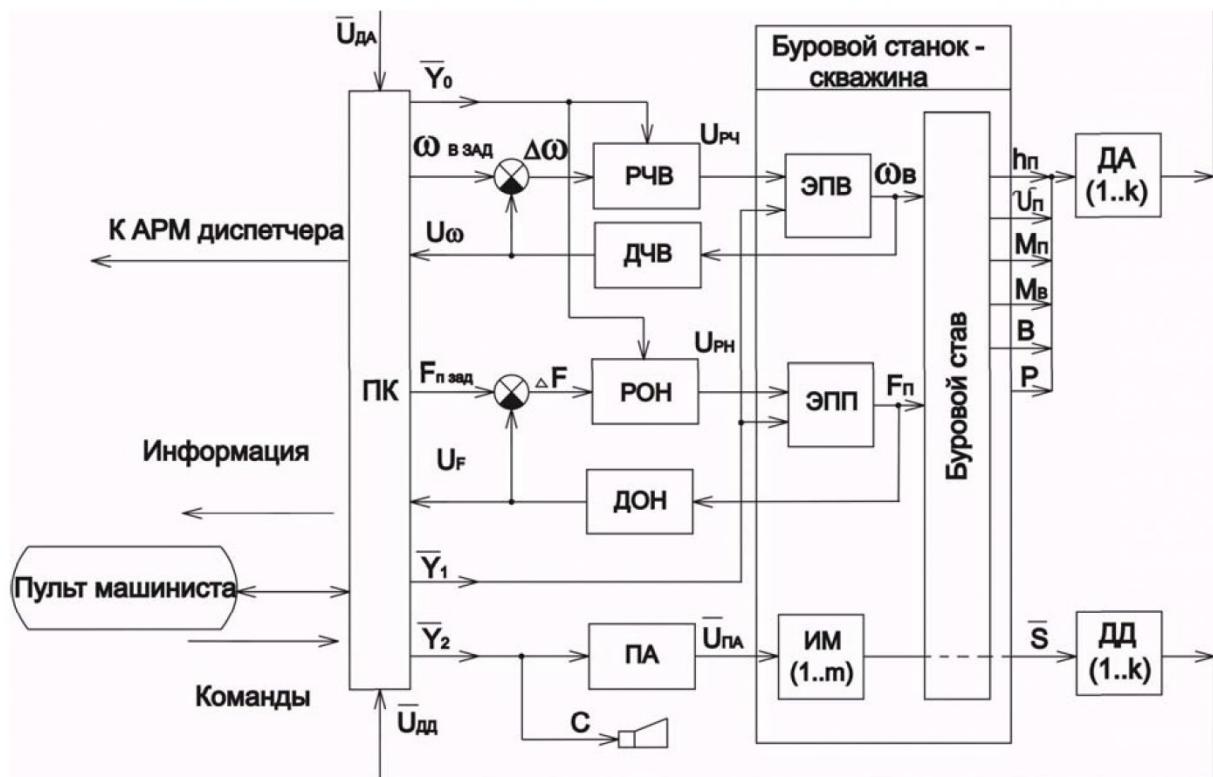


Рис.1. Структурная схема автоматизации процесса бурения

С учетом вышеизложенной концепции в КузГТУ разрабатывается микропроцессорная система автоматизации бурового станка СБШ-250/270-15. Станок оснащен электроприводами подачи и вращения бурового става, имеет глубину бурения одной штангой 15 метров, управляемся машинистом с помощью панелей управления. Автоматические регуляторы частоты вращения и осевой нагрузки на долото отсутствуют. Гидропривод станка используется для управления вспомогательными механизмами (сепаратором, устройством сборки/разборки става, горизонтизирования станка, подъема мачты и др.).

Управляющая часть разрабатываемой системы автоматизации является цифро-аналоговой двухуровневой. Нижний уровень представлен аналоговыми автоматическими регуляторами, верхний – микропроцессорным контроллером. Структурная схема системы автоматизации показана на рис.1.

На схеме приняты следующие обозначения:

ПК - программируемый микропроцессорный контроллер;

РЧВ, РОН – автоматические ПИ-регуляторы, соответственно, частоты вращения и осевой нагрузки на долото;

ДЧВ, ДОН – датчики, соответственно, частоты вращения и осевой нагрузки на долото;

ПА – пусковая аппаратура(реле, контакторы), управляющая электрогидравлическими исполнительными механизмами;

ИМ – исполнительные механизмы(гидроприводы), выполняющие вспомогательные операции, обеспечивающие процесс бурения;

ЭПВ, ЭПП – главные электроприводы станка, соответственно, привод вращения и подачи долота, выполненные по системе ТП-ДПТ;

С – звуковой сигнализатор;

ДА – датчики аналоговые технологических параметров процесса бурения;

ДД – датчики дискретные контроля положения и состояния \bar{S} исполнительных механизмов;

$\bar{U}_{da}, \bar{U}_{dd}$ - векторы выходных сигналов аналоговых и дискретных датчиков;

U_{ω}, U_F - выходные аналоговые сигналы датчиков ДЧВ и ДОН;

U_{Pr}, U_{RH} - выходные аналоговые сигналы регуляторов РЧВ и РОН;

ω_B, F_P - режимные параметры процесса бурения, соответственно, частота вращения и осевая нагрузка (усилие подачи) на долото;

v_B, h_B - скорость бурения (подачи) и глубина скважины (величина подачи);

В – уровень вибраций (виброскорость) бурового става;

Р – давление воздуха в системе очистки скважины;

M_B, M_P - моменты приводов, соответственно, подачи и вращения долота;

\bar{U}_{PA} - вектор дискретных сигналов управления пусковой аппаратурой исполнительных механизмов;

$\bar{Y}_0, \bar{Y}_1, \bar{Y}_2$ - векторы дискретных сигналов управления, соответственно, структурой регуляторов РЧВ и РОН, главными электроприводами станка (питанием ТП, вентиляторами обдува, реверсированием, защитой), сигнализатором и пусковой аппаратурой ИМ (гидроприводов станка), формируемые ПК;

ω_{Bzad}, F_{Pzad} - заданные значения режимных параметров, соответственно, частоты вращения и осевой нагрузки на долото, формируемые ПК по принципу поиска и поддержания максимально возможной скорости бурения в изменяющихся условиях работы станка (изменение свойств буримых пород, состояния долота и др.).

Важнейшим элементом рассматриваемой системы автоматизации является микропроцессорный контроллер, выполняющий следующие функции:

- управление режимом бурения (оптимизацию его и корректировку в зависимости от установленного машинистом критерия, параметров процесса и свойств буримой породы);
- программно-логическое управление вспомогательными операциями в цикле бурения;
- автоматическое прекращение процесса бурения (защита станка) при достижении контролируемых параметров критических значений;
- обеспечение человека-машинного интерфейса: визуализация параметров процесса бурения, причин аварийного отключения, состояния и положения механизмов станка;
- обмен информацией с компьютером горного диспетчера: передача на диспетчерский пункт информации о глубине буримой скважины и о причинах простоя, прием от диспетчера заданий по режимам бурения;

Для реализации указанных функций программируемый контроллер должен иметь развитую подсистему ввода/вывода, определенную вычислительную мощность, позволяющую обрабатывать поступающие данные в реальном времени, высокую надежность, возможность работы в тяжелых условиях окружающей среды, низкую стоимость, легкость программирования и сопряжения с другими вычислительными системами (например с АРМ диспетчера). Наиболее полно этим требованиям отвечает система автоматизации C7 фирмы Siemens, представляющая собой объединенные в одном блоке программируемый контроллер Simatic S7 и панель оператора ОР. Эта система имеет графический дисплей и эффективную связь через MPI-интерфейс и порт RS232.

Функциональная структура контроллера системы включает в свой состав ряд программно реа-

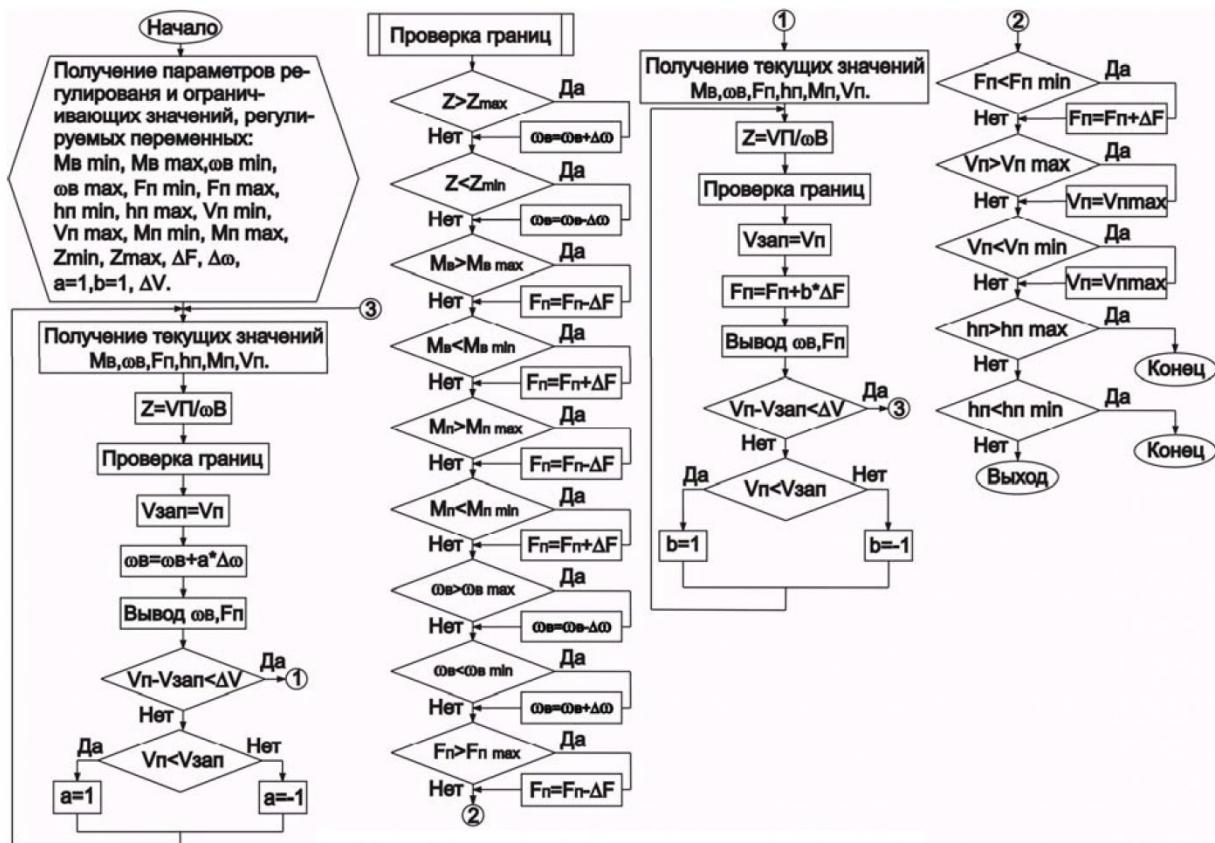


Рис.2. Алгоритм оптимизации процесса бурения

лизуемых блоков, в частности, блок задания начальных условий, два экстремальных регулятора, осуществляющих поиск оптимальных заданий, блок ограничений, блок защиты, блок управления, формирующий сигналы дискретного управления ИМ, ЭПВ, ЭПП.

Оптимизация процесса бурения осуществляется следующим образом (рис.2):

Получив от машиниста команду на начало бурения, контроллер начинает поиск заданий $\omega_{\text{зад}}$ и $F_{n \text{ зад}}$ по критерии максимальной скорости бурения $v_n \rightarrow v_{max}$. Существенное значение имеет бурение с заданным углублением Z бурового инструмента за один оборот его вращения. Поэтому после установки начальных значений ω_B и F_n и ограничения регулируемых и контролируемых параметров определяется углубление долота за один оборот, удовлетворяющее условию $Z_{max} \geq Z \geq Z_{min}$, а далее методом шагового изменения частоты вращения и усилия подачи долота экстремальные регуляторы контроллера максимизируют скорость бурения v_n . При этом текущие переменные процесса бурения должны ле-

жать в области, ограниченной их допустимыми значениями. Это достигается принудительным ограничением координат процесса бурения в случае их выхода за допустимые пределы. При невозможности поддержания координат в допустимых пределах контроллер формирует сигнал на отключение станка.

Выходные сигналы контроллера $\omega_{\text{зад}}$ и F_n _{зад} поступают на аналоговые регуляторы РЧВ и РОН, которые поддерживают заданные контроллером значения частоты вращения и усилия подачи, управляя соответствующими электроприводами станка.

Использование программируемого контроллера с операторской панелью и аналоговых регуляторов, выполненных на интегральных схемах, позволяет обеспечить высокое качество управления карьерным буровым станком при сравнительно небольших затратах. Положительные результаты получены при испытании вышеописанной системы на стенде в лаборатории автоматизации производственных процессов. Функции программируемого контроллера на лабораторном стенде выполняет контроллер ADAM-5510, а функции панели оператора – персональный компьютер Pentium II.

Автор статьи:

Медведев

Медведев

- канд. техн. наук, доц. каф. электропривода и автоматизации