УДК 622.242

Н.В.НЕФЕДОВА
Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет)

МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ УПРАВЛЯЮЩЕГО ВОЗДЕЙСТВИЯ КОМПЛЕКТНЫМ ПРИВОДОМ БУРОВЫХ СТАНКОВ

Многолетняя работа ряда коллективов геолого-разведочной отрасли над совершенствованием станков геолого-разведочного бурения показала необходимость систематизации накопленного опыта в области разработок электрооборудования, объединяющего такие компоненты, как электропривод, система дистанционного управления и система сбора и анализа технологических параметров бурения. До настоящего времени каждый из этих компонентов рассматривался как отдельный элемент, решающий отдельно взятые задачи. Комплексный подход в создании унифицированной структуры позволил разработать модель системы управления с учетом ряда параметров технологического процесса и методику формирования управляющего воздействия комплектного электропривода.

A long time work of numerous geological prospecting groups on improving drilling machines has shown a need of experience systematization in the field of developing electrical equipment, such components, as: electric drive, remote control system and a system intended for collecting and analysing of technological parameters of drilling. Up to date, each of these items has been considered as a separate one soluting a certain problem. A complex approach was applied to create a unified structure. In it, a modern element base and new controlling principles of control system considering different parameters of the process as well as methods of controlling ifluence of the complete electric drive is taken into account.

Одним из прогрессивных направлений в практике ведения геолого-разведочных работ явилось внедрение в станках колонкового бурения комплектного плавно регулируемого электропривода [3].

В соответствии с типовой блок-схемой структуры автоматизации (рис.1) буровой станок представляет собой объект управления, охваченный обратными связями по трем уровням: локального контроля; централизованного контроля и управления и вычислительных средств автоматизации управления.

Объектами управления в станках являются электроприводы вращателя и бурового насоса, а также гидравлический привод подачи. Средства получения информации – первичные преобразователи, размещаемые непосредственно на объектах управления. К ним можно отнести датчики: механической скорости бурения $V_{мех}$, тока, потребляемого двигателем $I_{дв}$, давления промывочной жидкости насоса $P_{нас}$ и др. Средства локального контроля – измерительные приборы; средства воздействия на процесс – системы ручного регулирования. К средствам централизованного контроля и управления можно отнести систему сбора и обработки текущей информации.

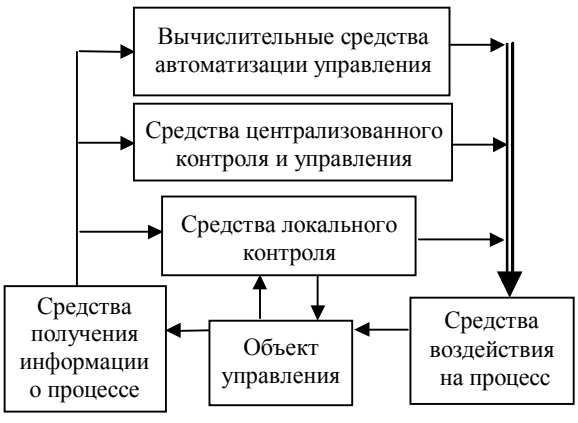


Рис.1. Общая структура средств автоматизации

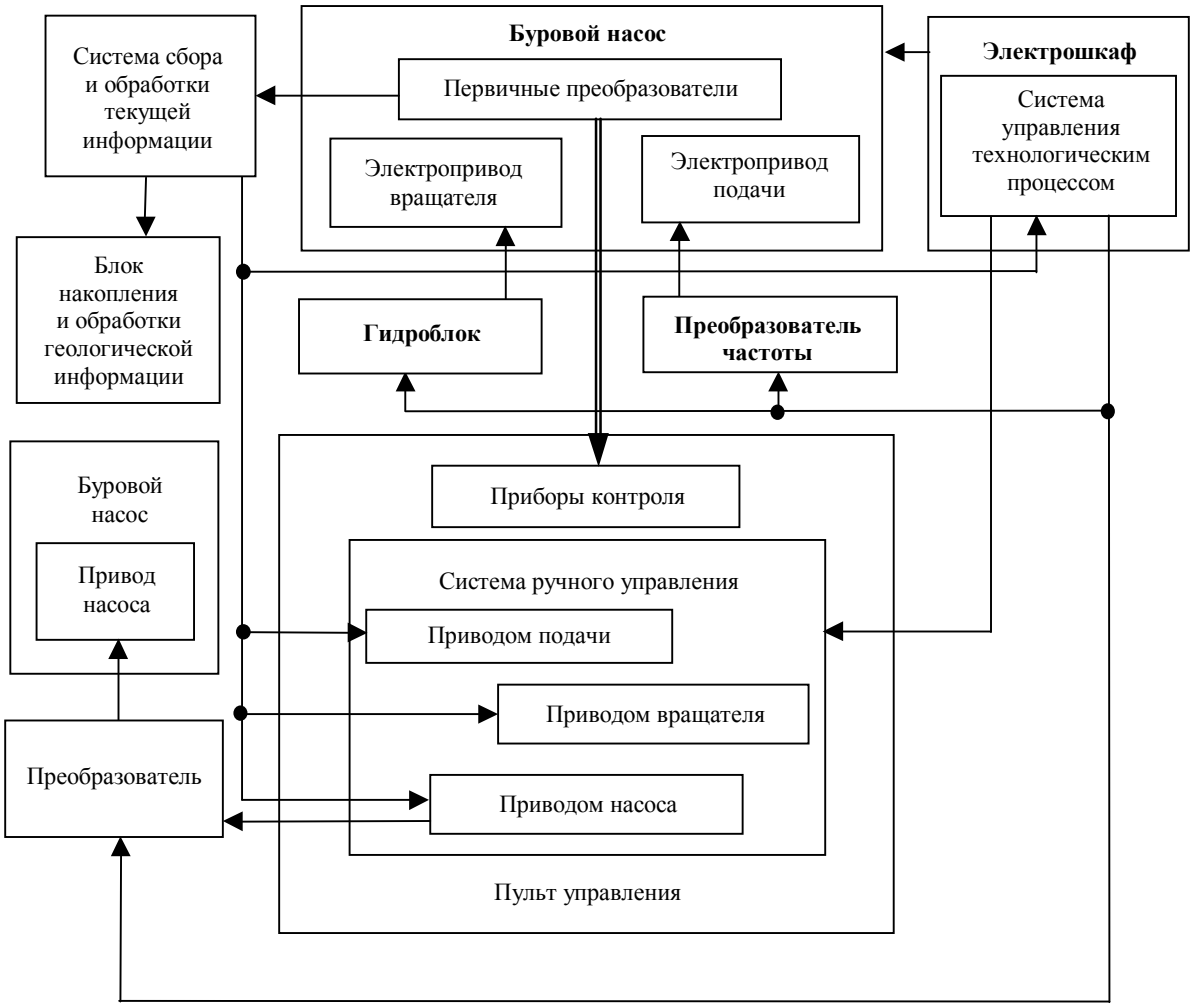


Рис.2. Структурная модель связей основных элементов буровых станков

Комплекс бурового электрооборудования включает в себя: буровой станок с первичными преобразователями и приводами; электрошкаф с набором защитной и коммутационной аппаратуры; гидроблок; пульт управления с системами ручного управления и приборами контроля; буровой насос с приводом; полупроводниковые преобразователи регулируемых электроприводов вращателя и насоса.

Анализ типовой структуры позволил разработать структурную модель, определяющую связи между перечисленными объектами (рис.2).

Системы управления отдельными приводами бурового станка построены по принципу пропорционального регулирования. Так для привода подачи и привода вращателя управление осуществляется по закону:

$$F_{\text{п}} = \Delta F_{\text{с}} + k(F_{\text{з}} - F_{\text{т}}),$$

$$n_{\text{вр}} = \Delta n_{\text{с}} + k(n_{\text{з}} - n_{\text{т}}),$$

где $\Delta F_{\text{с}}$ и $\Delta n_{\text{с}}$ – «мертвая» зона регулирования; k – постоянный коэффициент; $F_{\text{з}} - F_{\text{т}}$ и $n_{\text{з}} - n_{\text{т}}$ – разность между заданным и текущим значениями усилия подачи и частоты вращения.

Для лебедки $n = k\ (n_{\text{з}} - n_{\text{т}})$, k – переменный коэффициент, зависящий от веса буровой колонны.

Для насоса $n_{\text{н}} = kn_{\text{з}}$, k – переменный коэффициент, определяемый глубиной скважины.

Процессы, происходящие на забое, носят случайный характер и зависят как от геологических факторов (крепость породы, трещиноватость, структура), так и механи-

ческих (диаметр буровой колонны, тип коронки, состав промывочной жидкости).

Долгое время основным критерием САУ для станков колонкового бурения оставалась *углубка за оборот*. Разрабатывались специальные таблицы, учитывающие тип бурового инструмента, глубину скважины, усилие подачи и расход промывочной жидкости (при нерегулируемом насосе) с целью задания определенной частоты вращения бурового става. Тем самым как бы определялось время, за которое на забое может произойти изменение технологических условий. Так как совокупность этих параметров принималась постоянной на определенном отрезке глубины, определяемой длиной наращиваемой штанги, то каждый раз вручную задавались новые условия режима работы.

Основной задачей САУ является повышение качества керна с обеспечением роста механической скорости. В связи с этим при разработке закона управления системы регулирования комплектного привода предлагается применить модель с *фиксированными уровнями*, по которой при наличии нескольких наблюдаемых характеристик оценку технологических параметров можно производить методом линейной регрессии с использованием дисперсионного анализа [1].

В системе сбора и обработки текущей информации сигнал с преобразователя последовательно обрабатывается двумя фильтрами с разной полосой пропускания по методу экспоненциальной фильтрации, что позволяет лучше сгладить высокочастотные составляющие сигнала. Определяется относительная дисперсия и границы заданного доверительного интервала, в котором проверяется стационарность процесса [2]. Полученные таким образом сигналы поступают в блок управления технологическим процессом, где каждое наблюдаемое значение Y принимается равным сумме параметров, описывающих определяемые эффекты X, и сумме случайных величин, описывающих неопределяемые (остаточные) эффекты Z,

$$Y_{ti} = \alpha_t + \beta_t X_{ti} + Z_{ti}, (i = 1,...,k; i = 1,...,n_t).$$

К случайным величинам можно отнести искривление колонны, давление промывочной жидкости, температуру внутри забоя и пр.

Для выборки управляющего воздействия на один из приводов в соответствии с технологической ситуацией наблюдаемые параметры группируются по два члена.

По результатам дисперсионного анализа проверяется линейность регрессии, изменяющаяся от группы к группе наблюдаемых параметров. Коэффициенты линейной функции регрессии минимизируют среднее квадратическое отклонение. При соблюдении в группе линейности вычисляются коэффициенты корреляции, подтверждающие качество лучшего линейного приближения.

Линейность регрессии проверялась для таких групп регулируемых параметров, как частота вращения $n_{вр}$ и усилие подачи $F_{п}$, частота вращения и рабочий момент привода $M_{вр}$, усилие подачи и давление промывочной жидкости $P_{н}$.

В зависимости от ситуации на забое во время бурения экспериментальной скважины коэффицинты корреляции изменяли свое значение при сохранении линейности регрессии. Так коэффициент корреляции между частотой вращения ротора и усилием подачи оказался достаточно высоким и составил 0,6-0,7. У остальных параметров взаимные корреляции менее выражены. Уровень значимости принимался равным 0,05.

На основании проведенных исследований в структуру объектов бурового станка была введена система управления технологическим процессом, содержащая блок проверки линейности регрессии между задающими воздействиями (усилие подачи $F_{п}$, частота вращения ротора $n_{вр}$, частота вращения бурового насоса $n_{н}$) и наблюдаемыми параметрами (механическая скорость буре-

ния $V_{мех}$, ток двигателя, давление $P_н$ и расход промывочной жидкости); блок расчета коэффициентов корреляции; блок выбора сигнала на изменение управляющих воздействий $F_п$, $n_{вр}$ или $n_н$.

Проведенные экспериментальные исследования на буровом станке колонкового бурения серии СКБ подтвердили достоверность научных положений и рекомендаций.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Бетанов Д.Ю.* Методика обработки сигналов датчиков и определения стационарности процесса бурения / Д.Ю.Бетанов, В.И.Васильев, К.Л.Заборский, В.М.Рябинов // Методика и техника разведки. 1994. № 3(141).

2. *Корн Г.* Справочник по математике / Г.Корн, Т.Корн. М.: Наука, 1970.

3. *Нефедова Н.В.* Пути совершенствования буровых станков геологоразведочного бурения / Н.В.Нефедова, Э.К.Егоров, А.П.Емельянов // Народное хозяйство Республики Коми. 1998. № 1(7).