

АДАПТИВНЫЙ АЛГОРИТМ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ СИСТЕМОЙ «БУРОВОЙ СТАНОК – ШАРОШЕЧНОЕ ДОЛОТО – ГОРНАЯ ПОРОДА» В УСЛОВИЯХ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ

А. Г. Пимонов¹, д.т.н., профессор
А. А. Шигина², аспирант

¹Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, г. Кемерово

²Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

E-mail: pag_vt@kuzstu.ru, shigina_a@mail.ru

При наличии неполной информации о свойствах объекта воздействия ресурс рабочего инструмента технологической машины существенно снижается [1]. Недостаток информации об объекте воздействия требует разработки методов оптимального управления, основанных на применении адаптивных алгоритмов [2 – 3]³.

Использование апостериорной информации о текущем техническом состоянии с коррекцией параметров функционирования сложной технической системы на основе оценки и прогноза его изменения приводят к замкнутым адаптивным системам управления техническим состоянием. Алгоритм управления исследуемой многопараметрической системой является важным элементом адаптивной системы управления. Робастные методы управления в условиях неопределенности не применимы, так как характеристики объекта воздействия неизвестны и могут изменяться с течением времени.

Для управления технологическим процессом бурения необходимо контролировать текущие значения режимных параметров, свойств породного массива, а также изменения его прочностных и структурных характеристик. Для учета непрогнозируемых измеренных значений выхода системы необходимо осуществить разбиение процесса на дискретные временные интервалы. В системе «буровой станок – шарошечное долото – горная порода» (БС – ШД – ГП) адаптивный алгоритм управления режимными параметрами использует значение режимного параметра в предыдущий дискретный интервал с учетом функций чувствительности выхода модели к ее параметрам.

Основными регулируемыми режимными параметрами процесса бурения являются усилие подачи и частота вращения рабочего органа. Выходами системы БС – ШД – ГП являются линейное перемещение, линейная скорость бурового става, величина тока в обмотке статора электродвигателя или муфты адаптивного вращательно-подающего органа бурового станка [4]. Выходы системы определяются в текущий и предыдущий дискретный интервалы.

На рис. 1 показаны входы системы в текущий $u(t)$ и предыдущий дискретный период $u(t-1)$, выходы системы в текущий $x(t)$ и предыдущий дискретный период $x(t-1)$, воздействие окружающей среды $h(t)$. В устройстве управления $v(t)$ – оптимальное значение входа, $\alpha(t)$ – некоторый контролируемый параметр.

Оптимальное значение входа характеризуется допустимым значением усилия подачи и оптимальным значением частоты вращения рабочего органа. Допустимое значение усилия подачи в соответствии с результатами, приведенными в работе [5], можно записать в следующем виде:

³ Публикация подготовлена в рамках исследования, выполняемого при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 15-31-51007 мол_нр).

$$[P_{oc}] = 6 \cdot z \cdot D_p \cdot L_p \cdot \left(\frac{[\sigma_{p,ш}]}{600 \frac{2(v_6 + v_s/2)}{2(v_6 + v_s/2) - v_s/2} \cdot \frac{2\Pi_6^1 + 2\Delta\Pi_6}{2\Pi_6^1 + \Delta\Pi_6} \cdot k_{инд}} \right)^3. \quad (1)$$

Оптимальное значение частоты вращения рабочего органа [5] определяется следующим образом:

$$[n_{вр}] = \frac{0,94 \cdot N}{10^8 \cdot \pi \cdot D_1^3 \cdot \Pi_6 \cdot h} \cdot \frac{2\Pi_6^1 + 2\Delta\Pi_6}{2\Pi_6^1 + \Delta\Pi_6} \cdot k_{инд}. \quad (2)$$

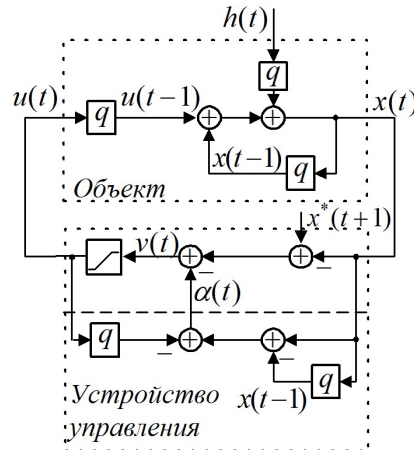


Рис. 1. Адаптивный алгоритм оптимального управления системой

Величина, характеризующая механические свойства породного массива Π_6 , является функцией тока в статоре электродвигателя или муфты адаптивного вращательно-подающего органа бурового станка. Величина $\Delta\Pi_6$ характеризует изменение механических свойств, наличие структурных неоднородностей в породном массиве и является функцией, зависящей от изменения тока в статоре электродвигателя или муфты адаптивного вращательно-подающего органа.

Список литературы

1. Шигин, А. О. Напряжения и стойкость шарошечных долот при бурении сложноструктурных массивов горных пород / А. О. Шигин, А. В. Гилёв, А. А. Шигина // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2013. – № 4. – С. 325–333.
2. Воронов, А. А. Теория автоматического управления. В 2-х ч. Ч. II. Теория нелинейных и специальных систем автоматического управления / А. А. Воронов, Д. П. Ким, В. М. Лозин и др.; под ред. А. А. Воронова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1986. – 504 с.
3. Leitmann, G. Deterministic control of uncertain systems. Mat. Model. Sci. and Technol., 4-th Int. Conf. Zurich, New York 15-17 Aug. 1983. – P. 1–9.
4. Шигин, А. О. Исследование режимов работы электромагнитного привода подачи бурового станка / А. О. Шигин, А. В. Гилев // Известия вузов. Горный журнал. – 2013. – № 4. – С. 101–111.
5. Шигин, А. О. Повышение ресурса шарошечного бурового инструмента за счет оптимизации режимных параметров при бурении сложноструктурных массивов горных пород // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2014. – № 10. – С. 59–67.