



УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ БУРЕНИЯ С АДАПТАЦИЕЙ К РАЗНОВИДНОСТИ ГОРНОЙ ПОРОДЫ



Владимир Моркун

доктор технических наук, профессор
проректор по научной работе
Криворожский национальный университет, Украина
morkunv@gmail.com



Виталий Тронь

кандидат технических наук
доцент кафедры автоматизации, компьютерных наук
и технологий
Криворожский национальный университет, Украина
vtron@ukr.net



Дмитрий Паранюк

инженер департамента по безопасности
ПАО «АрселорМиттал Кривой Рог», Украина
paranyuk@i.ua

Процесс бурения горной породы характеризуется наличием значительного количества неопределенных параметров объекта, а также нестационарностью характеристик. В данных условиях целесообразным является разработка и применение регуляторов, параметры которых адаптируются так, чтобы при изменяющихся параметрах объекта точность и качество управления процессом бурения оставались в заданном диапазоне значений. Таким образом, актуальной задачей является формирование идентификатора объекта управления на основе нечеткой и неполной информации.

В общем случае при формировании адаптивного управления процессом бурения горной породы необходимо учитывать, что на объект управления

вливают следующие типы входных воздействий: задающие $X^*(t)$, управляющие $U(t)$ и возмущающие $Z(t)$. Поведение объекта, которое характеризуется выходными переменными $Y(t)$, зависит от множества неизвестных параметров ξ с заданным множеством допустимых значений Ξ , среди которых следует выделить физико-механические характеристики разновидностей горной породы. В данном случае необходимо сформировать такое управление, которое бы обеспечило заданные показатели качества процесса бурения при всех допустимых значениях неизвестных параметров ξ .

Задачей работы является исследование методов формирования модели для системы адаптивного управления процессом бурения с идентификатором объекта управления.

В условиях быстро изменяющихся показателей процесса бурения скважин целесообразно использовать стратегию иерархического адаптивного управления. В соответствии с данной стратегией предлагается использование двух уровней в системе управления, которая объединяет функции идентификации управляемого процесса и управления им.

Источником информации о ходе процесса бурения может быть как результаты непосредственных измерений, так и результаты математической обработки и последующей интерпретации косвенных признаков. В процессе исследования осуществляют контроль следующих параметров: скорость бурения, скорость вращения, тяги, крутящий момент. Также, кроме названных параметров существует возможность использования осевой нагрузки при идентификации геологической структуры рудной породы в процессе бурения.

Реализацию блока прогнозирования предлагается реализовать на основе адаптивной нейро-нечеткой системы, которая реализует систему нечеткого вывода Сугено в виде пятислойной нейронной сети прямого распространения сигнала. Наилучшие показатели получены при использовании трапецеидальных функций принадлежности – минимальное время обучения, и Гауссовых функций принадлежности – минимальная ошибка прогнозирования. Следует отметить, что вид функции принадлежности не оказывает существенного воздействия на результат прогнозирования. В дальнейшем использована Гауссова функция принадлежности, обеспечивающая наименьшее время обучения.

Исследование влияния количества задержанных входов на показатели эффективности идентификации показали, что наилучшие результаты достигаются при 3 – 4 задержанных входах.

Таким образом, при обработке и анализе текущей информации об оперативных характеристиках процесса бурения и формировании адаптивного управления целесообразно применение нейро-нечетких структур с двумя Гауссовыми функциями принадлежности термов для каждой переменной и 3 – 4 задержанными входами.