

Автоматическое управление многоступенчатым водоотливом шахт.

В.И. Бессараб, Р.В. Федюн

Донецкий государственный технический университет

Рассмотрены основные принципы построения цифровых систем управления многосвязным многомерным объектом – многоступенчатой водоотливной установкой угольных шахт. Осуществлен анализ и оптимальный синтез системы автоматического управления многоступенчатым водоотливом шахт.

Водоотлив глубоких шахт может быть реализован по различным технологическим схемам. Перспективной является схема ступенчатого водоотлива при последовательном включении насосов различных горизонтов - "из насоса в насос". Для исследований принята трехступенчатая водоотливная установка (ТВУ) по схеме "из насоса в насос". Первичный анализ особенностей функционирования ТВУ показал, что это многомерный, многосвязный объект.

На основании математического описания процессов, протекающих в объекте, формируется математическая модель объекта управления. Модель ТВУ состоит из моделей трех ступеней, каждая из которых в свою очередь состоит из модели трубопровода и модели граничных условий. Модель трубопровода представлена в виде типовых четырехполосников, описывающих движение жидкости в трубопроводе [1]. На переходные процессы в трубопроводах оказывают влияние граничные условия – насосная установка (электродвигатель, насос, управляемая задвижка) [2]. В результате исследований получена модель граничных условий, которая отражает сущность процессов в насосной установке и удовлетворяет принятой структурной схеме трубопровода. Модель и моделирование рабочих режимов ТВУ реализовано с помощью пакета математических и инженерных расчетов MATLAB.

На основании дифференциальных уравнений, описывающих процессы в объекте управления, получено описание ТВУ в пространстве параметров состояния [3]. В результате исследований определены вектор входных воздействий, вектор переменных состояния, вектор выходных (управляемых) координат, матрицы динамики, входа и выхода. ТВУ описывается системой дифференциальных уравнений в форме Коши 14-го порядка. Исследования объекта на управляемость и наблюдаемость при дискретном управлении показали, что ТВУ полностью управляема и полностью наблюдаема.

Произведен выбор критерия оптимальности на основании требований к качеству управления объектами данного класса. Для исследуемого объекта наиболее подходит обобщенный квадратичный критерий качества. Он позволяет получить требуемый вид кривых переходных процессов при оптимальном быстрейшем действии.

Основные трудности, с которыми приходится сталкиваться при решении задач синтеза алгоритма оптимального управления – выбор элементов весовых матриц в критерии качества. Применительно к ТВУ при принятых переменных состояния можно считать, что допустимые отклонения фазовых координат в любой момент времени вносят в функционал качества одинаковый вклад, так как представляют собой переменные одной физической природы – гидравлические параметры перекачки (напор и подача). Для оценки влияния элементов весовых матриц на значение функционала качества выполнены исследования на ЭВМ. Установлено влияние технических параметров ТВУ на значения элементов весовых матриц.

Синтез цифровой системы автоматического управления ТВУ осуществлен на основании принципа максимума Понтрягина [3]. Матрица оптимального регулятора получена в результате решения матричного уравнения Риккати. Для ТВУ рассчитан оптимальный регулятор состояния с постоянными параметрами.

Произведена оценка качества полученной системы управления. Для этого проведено моделирование различных режимов работы ТВУ вместе с полученным регулятором. Анализ результатов моделирования показал, что качество управления соответствует заданным показателям качества для объектов такого класса.

Список литературы:

1. Чермак И., Петерка В., Заворка И. Динамика регулируемых систем в теплоэнергетике и химии. М.: Мир, 1972.– 624 с.
2. Тимошенко Г.М. Научные основы проектирования и эксплуатации насосных установок в переходных режимах. Киев; Донецк: Вища шк. Головное изд-во, 1986.- 127с.
3. Стрейц В. Метод пространства состояний в теории дискретных линейных систем управления./Перевод с англ. под ред. Я.З. Цыпкина – М.: Наука, 1985. – 296.