

На рис. 2. изображены: трапецевидный график изменения скорости тележки, колебательные графики угла отклонения груза и скорости отклонения груза. Как видно из рисунка, ускорение тележки крана раскачивает груз, колебания которого практически не затухают.

Синтез фаззи-регулятора (ФР) заключается в определении параметров функций принадлежности (ФП) для входных и выходных переменных и составлении таблицы правил нечеткой логики для формирования выходного корректирующего сигнала [2]. В качестве входных переменных ФР приняты две лингвистические переменные “угол отклонения” и “скорость” раскачивающегося груза. Для их описания использованы по 5 термов с треугольно-симметричными ФП.

Входной переменной “угол отклонения” соответствует терм-множество $\varphi = \{ \text{“отрицательный большой (NB)”}, \text{“отрицательный средний (NS)”}, \text{“нуль (Z)”}, \text{“положительный средний (PS)”}, \text{“положительный большой (PB)”} \}$. Аналогичные значения определены для переменной “скорость” в терм-мноестве V . Важным моментом является расстановка центров и границ ФП, которые в процессе моделирования могут изменяться.

Выходом ФР является лингвистическая переменная “корректирующий сигнал”, который представлен ФП для однотоочечных множеств и описывается лингвистическими термами $KS = \{ \text{“отрицательный большой (NB)”}, \text{“нуль (Z)”}, \text{“положительный большой (PB)”} \}$.

Система нечетких выводов формируется в виде правил ЕСЛИ... И... ТО и базируется на априорных предположениях. Для гашения колебаний раскачивающегося груза корректирующий сигнал с выхода ФР подается в цепь ускорения. Вначале добавляются гашения колебаний при разгоне. Корректирующее воздействие отрицательного знака (тормозящее) должно действовать на временном интервале, когда знаки изменения скорости и угла отклонения противоположны. При торможении знак корректирующего воздействия меняется на противоположный.

ФР формирует корректирующий сигнал на основании системы нечетких правил следующего вида:

1. ЕСЛИ φ есть Z И V есть Z, ТО $KS=Z$
2. ЕСЛИ φ есть PS И V есть PS, ТО $KS=NB$
3. ЕСЛИ φ есть PS И V есть PB, ТО $KS=NB$
4. ЕСЛИ φ есть PB И V есть Z, ТО $KS=NB$
5. ЕСЛИ φ есть NS И V есть NS, ТО $KS=PB$
6. ЕСЛИ φ есть NS И V есть NB, ТО $KS=PB$
7. ЕСЛИ φ есть NB И V есть Z, ТО $KS=PB$

IV. РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ

Результаты моделирования системы с фаззи-регулятором показаны на рис. 3.

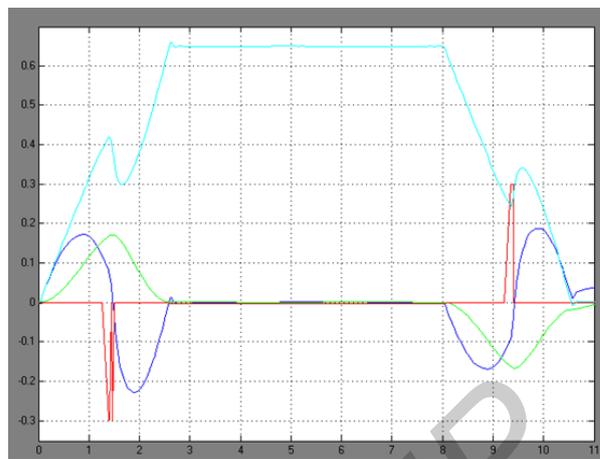


Рис. 3. Изменение угла отклонения, скорости груза и корректирующего сигнала в системе с фаззи-регулятором

На рис. 3. приведены графики изменения: скорости тележки, угла отклонения груза, скорости отклонения груза и управляющий сигнал фаззи-регулятора. Как видно из рисунка, скорость тележки на этапе разгона вначале нарастает, затем резко падает и снова нарастает до своего максимального значения. Такое сложное движение тележки происходит под действием корректирующего сигнала фаззи-регулятора в виде короткого импульса, и тем самым обеспечивается демпфирование колебаний подвеса как при разгоне, так и при торможении. График угла отклонения груза имеет куполообразный вид и не меняет знак за время разгона. К началу движения с постоянной скоростью колебания подвеса уже отсутствуют.

Корректирующий сигнал фаззи-регулятора в виде силового воздействия на грузовую тележку крана может быть реализован в электроприводе как дополнительное управление через контур тока. По другому варианту, для подачи корректирующего сигнала непосредственно на вход электропривода, его надо дополнительно продифференцировать. Для этого на структурной схеме (рис.1) в канале коррекции необходимо заменить инерционное звено на реальное дифференцирующее и соединить его с входом электропривода.

Характер движения тележки с управлением от фаззи-регулятора указывает на возможность модернизации предложенной системы с целью обеспечения максимального по быстрдействию управления перемещением грузов в рамках ограничений на ускорение и скорость тележки.

[1] Сериков С. А. Способ успокоения колебаний груза, транспортируемого мостовым краном // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2006. №9.

[2] Леоненков А. В. Нечеткое моделирование в среде Matlab и fuzzyTECH / А. В. Леоненков. – СПб.: БХВ – Петербург, 2005. – 736 с.