

$$U(p) = \frac{(-T_1^2 T_{r0})p^3 + (-K_n T_1^2 - T_2 T_{r0})p^2 + (-K_n T_2)p - K_n}{T_1^2 T_r p^3 + (T_1^2 + T_2 T_r)p^2 + (T_2 + T_r)p + (1 + K_r K_3 K_{ct})} I_n(p),$$

где U – напряжение бортовой сети; I_n – ток нагрузки; T_1, T_2 – постоянные времени электромагнита; T_r – постоянная времени генератора; K_r – коэффициент усиления по сопротивлению угольного столба; K_3 – коэффициент усиления электромагнита; K_{ct} – коэффициент усиления угольного столба; T_{r0} – коэффициент усиления дифференцирующего звена генератора; K_n – коэффициент усиления пропорционального звена генератора.

Исследования показали, что в качестве диагностического параметра, характеризующего техническое состояние системы стабилизации напряжения, целесообразно выбрать комплексный коэффициент усиления угольного регулятора $K_k = K_r K_3 K_{ct}$.

УДК 62-531.7

Anti-sway алгоритмы управления технологическим оборудованием

Шмарловский А.С., Гаврилик Т.В.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Наибольшее распространение в системах управления, не имеющих функций контроля выходных сигналов, получили специальные алгоритмы подавления колебаний (anti-sway shaping-алгоритмы). Принцип их работы основан на перераспределении во времени силового воздействия на объекты на различных этапах управления при сохранении неизменной величины суммарного воздействия. За счет относительного увеличения времени перехода системы из одного состояния в другое обеспечивается компенсация собственных колебаний, а сдвиг управляющего воздействия на полпериода (долю периода) вычисленных колебаний объекта управления обеспечивает в идеальном случае полное их подавление. Реальное время переходных процессов уменьшается, а точность позиционирования не ухудшается.

Проведен сравнительный анализ наиболее распространенных shaping-алгоритмов: ZV-shaper, ZVD-shaper, ZVDD-shaper, ZVDDD-shaper, UMZV-shaper, EI-shaper, SI-shaper. SNA-ZV-shaper и др. Представлены зависимости, характеризующие качество работы алгоритмов: степень подавления колебаний, быстродействие и робастность по отношению к неопределенности собственной частоты и коэффициента демпфирования

объекта управления. Оценка подавления производится в виде отношения амплитуды остаточных колебаний в системе, в которой входной сигнал был сформирован anti-sway-алгоритмом, к амплитуде остаточных колебаний, возникающих в той же системе без преобразования входного сигнала.

Литература

Sorensen, K.L. Operational performance enhancement of human operated flexible systems. Georgia Institute of Technology. 2008.

УДК 62-52

Система управления и подавления колебаний объекта

Марков А.В., Шмарловский А.С.

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Для расчета систем управления обычно задаются желаемым законом изменения выходных координат объекта и пересчитывают их во входные координаты. Такой пересчет является решением обратной задачи динамики математической модели объекта и может рассматриваться как основа для вычисления сигнала формирующего фильтра. Решение обратной задачи динамики для вычисления сигнала управления может быть выполнено путем замены формирующего фильтра замкнутой схемой, имеющей единичный коэффициент передачи в прямой цепи и модель объекта управления с идеальным регулятором в цепи обратной связи. Такая схема позволяет решать задачу в реальном масштабе времени с помощью рекурсивного фильтра, отражающего желаемые динамические свойства объекта.

Этот подход использован при синтезе систем управления и подавления колебаний грузов подъемных кранов (мостовые, порталные, башенные и др. краны), а также при синтезе системы управления электроприводами скоростных лифтов высотных зданий (у таких лифтов во время ускорения и замедления возникают продольные колебания кабины ввиду особенностей механической части). Рассматриваемый подход позволяет повысить качество управления (точность, безопасность и производительность), уменьшить износ силовой части. Дополнительным эффектом является снижение энергопотребления. Проведено исследование чувствительности системы к вариациям параметров. Даны рекомендации по применению систем управления и подавления колебаний объектов с изменяющимися параметрами.

Литература:

1. Кузнецов, А.П. и др. Интеллектуальные алгоритмы управления