

УДК 62-529

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ПРИРАЩЕНИЯ УСТАВКИ НА РЕЗУЛЬТАТЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО РАСЧЁТА КОЭФФИЦИЕНТОВ УСИЛЕНИЯ ПИД-РЕГУЛЯТОРА

Кошляков П. С., Медведев Е. Ю., Гусаров А. В.

e-mail: pkoshlyakov1@yandex.ru

*Рыбинский государственный авиационный технический университет
имени П. А. Соловьёва, г. Рыбинск, Российская Федерация*

ПИД-регуляторы находят широкое применение в современных системах автоматического управления производственными процессами авиационной промышленности. Использование ПИД-регуляторов помогает уменьшить энергетические потери на настройку системы и обеспечивают более быстрый выход на требуемые параметры [1]. Реализация ПИД-регуляторов на микропроцессорах, микроконтроллерах или программируемых логических контроллерах дает возможность изменять настройки регулятора непосредственно в процессе управления объектом.

Настройки регулятора, т. е. значения его коэффициентов усиления и постоянных времени регуляторов, влияют на параметры качества переходного процесса в системе: длительность, колебательность, перерегулирование, установившуюся ошибку. Расчёт коэффициентов усиления и постоянных времени регулятора оператором с использованием ручного ввода данных занимает много времени, что может быть неприемлемо в условиях производства. В связи с этим возникает необходимость в автоматическом расчёте коэффициентов усиления регулятора.

В качестве метода автоматического расчёта коэффициентов регулятора за основу был взят модифицированный метод Коэна-Куна, который показал наилучшие результаты по сравнению с методами Зиглера-Никольса и *CHR* [2, 3]. При использовании модифицированного метода Коэна-Куна система меньше подвержена колебаниям по сравнению с ситуацией, когда используется обычный метод Коэна-Куна. Для анализа применимости метода автоматического расчёта коэффициентов использовался разработанный на кафедре «Вычислительные системы» РГАТУ лабораторный стенд. Стенд включает в себя вентилятор, приводимый во вращение однофазным асинхронным двигателем, и поворотную заслонку. Заслонка имеет датчик положения. Для создания усилия, которое нужно преодолеть воздушному потоку от вентилятора, чтобы повернуть заслонку, используются мощные постоянные магниты. Двигатель и вентилятор можно представить в виде инерционного звена 1-го порядка с постоянной времени 0,8 с и запаздыванием 0,2 с. Стенд управляется от персонального компьютера. В качестве устройства сопряжения используется программируемый логический контроллер [4].

Последовательность автоматического расчёта коэффициентов следующая:

- размыкание цепи обратной связи системы;
- задание начального значения уставки;
- замыкание цепи обратной связи системы;
- ожидание окончания переходного процесса в системе;
- задание приращения уставки;
- ожидание окончания переходного процесса в системе;
- вычисление g_{Δ} – отношения изменения приращения выходной величины относительно приращения уставки (в процентах от предыдущих значений);

- вычисление t_d – длительности переходного процесса;
- вычисление τ – постоянной времени переходного процесса;
- вычисление τ_d – запаздывания в системе;
- расчет коэффициента усиления пропорционального регулятора k_p и постоянных времени интегрального T_i и дифференциального T_d регуляторов на основании полученных значений τ , g_Δ и t_d ;
- расчет коэффициентов усиления интегрального k_i и дифференциального k_d регуляторов.

Цель исследования заключалась в определении величины приращения уставки, при которой будут обеспечен наиболее качественный с точки зрения пользователя переходный процесс. Приращение уставки выбиралось равным 5 % от ее максимальной величины. Были проведены 50 экспериментов, по результатам которых можно сделать следующие выводы.

Лучшие показатели качества переходного процесса были выявлены при начальном значении уставки 20 % и приращении уставки 70 %. Расчет коэффициентов с такими исходными данными обеспечил отсутствие перерегулирования и время переходного процесса 2, 3 с при запаздывании 0,8 с (рис.).

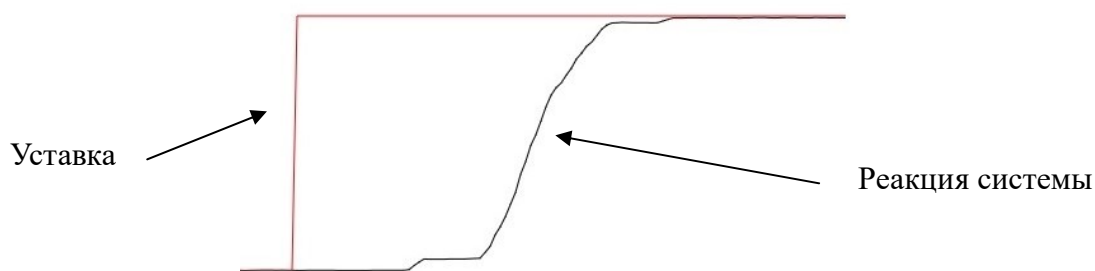


Рис. Реакция системы на ступенчатое входное воздействие

Увеличение запаздывания вызвано конечным временем обработки данных в компьютере и программируемом логическом контроллере, а также задержками при передаче данных между ними. Данные показатели являются лучшими среди всех проведенных экспериментов. Таким образом, модифицированный метод Коэна-Куна позволяет получить наилучшие показатели качества переходного процесса при выборе оптимальных входных воздействиях.

Библиографический список

1. Назначение регуляторов. [Электронный ресурс]. – Электрон. текстовые дан. URL: <https://elektronchic.ru/avtomatika/pid-regulyator-polnoe-opisanie-primenenie.html> (дата обращения 08.02.2019).
2. Ziegler J. G., Nichols N. B. Optimum settings for automatic controllers [Текст]// Trans. ASME, 1942, Vol. 64, P. 759 – 768.
3. Chien K. L., Hrones J. A., Reswick J. B. On automatic control of generalized passive systems [Текст] // Trans. ASME, 1952, Vol. 74, P. 175 – 185.
4. Программируемый логический контроллер Unidrive M400. Техническое описание и настройка [Электронный ресурс]. URL: http://www.driveka.ru/upload/iblock/7b6/unidrive%20m400_ru%20sp.n.%200778-0060-01%20feb13f.pdf (дата обращения 22.01.2019 г.).