

ПРИКЛАДНЫЕ МЕТОДЫ НАСТРОЙКИ РЕГУЛЯТОРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

О. М. ЖУКОВСКАЯ, Д. А. ГРИНЮК

The analysis and refinement of the conversion factor for setting up controls by determining the resonance frequency. Studies were carried out numerically in Matlab. The classical method of conversion method Ziegler–Nichols leads work well only if there is delay in the facility and lead to a lengthy transition process

Ключевые слова: ПИД-регулятор, моделирование, метод Циклера-Николсона, настройка регуляторов.

Известно, что лишь при наличии достаточно точной математической модели объекта можно спроектировать высококачественную систему управления этим объектом, причем, согласно принципу Эшби, сложность управляющего устройства должна быть не ниже сложности объекта управления.

Однако экспериментальное определение передаточных характеристик по кривым разгона требует значительных временных затрат настройщика регуляторов. Кроме того, применение этого метода затруднено для объектов с переменными параметрами. Поэтому на практике нашел применение метод Циклера – Никольса (МЦН), который предложен еще в 40-х годах прошлого столетия. С тех пор проведен ряд уточнений коэффициентов в виде метода Тиреса – Любена для исключения большого переуправления. Достоинством метода является простота применения, так как от настройщика не требуется знаний математического аппарата дифференциальных уравнений. Однако найденные настройки регулятора (K_P , T_I , T_D) иногда далеки от оптимальных с точки зрения параметров качественного переходного процесса и запаса по устойчивости.

Метод основан на анализе поведения контура регулирования при подключении пропорционального регулятора. Варьированием коэффициента пропорциональности находят $K_{P,R}$, при котором наблюдаются автоколебания, и определяют период автоколебаний T_R . На основании найденных $K_{P,R}$ и T_R рассчитывают настройки регулятора (K_P – коэффициент пропорциональности; T_I – постоянная интегрирования; T_D – постоянная дифференцирования).

Метод Николса – Циглера

для PI : $K_P = K_{P,R} \cdot 0,45$; $T_I = T_R/1,2$; для PID: $K_P = K_{P,R} \cdot 0,6$; $T_I = T_R/2$; $T_D = T_R/8$.

Метода Тиреса – Любена

для PI: $K_P = K_{P,R} / 3,22$; $T_I = 2,3 \cdot T_R$;

для PID значение дифференциальной составляющей при необходимости подбирается экспериментально.

Задача исследований состояла в поиске настроек регулятора двумя методами: «экспериментальным» Циклера – Никольса и математическим с целью выявления зависимости рассогласования между МЦН и оптимальными настройками согласно интегральным критериям относительно ошибки рассогласования e .

Для анализа были выбраны два вида объектов. Численные исследования проводились в среде MATLAB. Параметры $K_{P,R}$ и T_R определялись по аналитическим зависимостям на основе анализа амплитудно-нофазочастотной характеристики.

По результатам исследований получены зависимости, которые отражают границы применимости метода Циклера – Никольса для двух типов объектов при различных интегральных критериях.

Анализ результатов призывает, что метод МЦН хорошо работает для апериодических объектов при постоянной времени объекта, меньшей или сравнимой с временем запаздывания. Для соответствия

полученных результатов интегральному критерию (1) показатель колебательности из МЦН следует умножить на 0,4. При наличии резонансных корней в передаточной функции объекта найденные настройки по методу МЦН имеют серьезные отличия от оптимизированных по интегральному критерию.