

УДК 621.43.038.044.7

ПОДБОР КОЭФФИЦИЕНТОВ ПИД-РЕГУЛЯТОРА ПРИМЕНЕНИЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СЦЕНАРИЯ

Ларин Андрей Германович, студент,

МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, wolferstrel@mail.ru

Шершнёв Александр Александрович, студент,

МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, shershnev.aleksandr@bk.ru

Шолом Павел Олегович, студент,

МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, pavel3000@bk.ru

Рогачёв Денис Владимирович, студент,

МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, denmn.nnn@yandex.ru

Душкин Павел Витальевич, канд. техн. наук, доц.,

МАДИ, Россия, 125319, Москва, Ленинградский пр., 64, dushkin.pavel@gmail.com

Аннотация. В публикации представлена методика частично автоматизированного подбора коэффициентов ПИД-регулятора. Предлагаемая методика разработана студентами в рамках факультативной учебной дисциплины «Совершенствование рабочего процесса бензинового двигателя с применением электронного управления», проводимой в Московском автомобильно-дорожном государственном техническом университете МАДИ.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, ПИД-регулятор, алгоритмы управления, INCA-FLOW.

SELECTION OF THE COEFFICIENTS OF THE PID CONTROLLER USING AN AUTOMATED SCENARIO

Larin Andrey G., student,

MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, wolferstrel@mail.ru

Shershnev Alexander A., student,

MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, shershnev.aleksandr@bk.ru

Sholom Pavel O., student,

MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, pavel3000@bk.ru

Rogachev Denis V., student,

MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, denmn.nnn@yandex.ru,

Dushkin Pavel V., Ph. D., associate professor,

MADI, 64, Leningradsky Prosp., Moscow, 125319, Russia, dushkin.pavel@gmail.com

Abstract. The publication presents a method of partially automated selection of the coefficients of the PID controller. The proposed methodology was developed by students within the framework of the optional academic discipline "Improving the workflow of a gasoline engine using electronic control" conducted at the Moscow Automobile and Road State Technical University MADI.

Key words: internal combustion engine, PID controller, control algorithms, INSA-FLOW.

Введение

ПИД-регулятор – самый распространённый и относительно простой в разработке регулятор с обратной связью [1]. ПИД-регулятор может поменяться для поддержания заданной температуры, давления, положения исполнительного механизма и т.д. [2]. Одна из проблем разработки такого регулятора состоит в необходимости подбора коэффициентов, что может занимать значительное время. В рамках данной работы показана методика ускоренной настройки коэффициентов ПИД-регулятора для системы управления тормозным стендом.

Методика разработана студентами в рамках факультативной учебной программы.

Объект управления

Объект управления – модель, имитирующая работу моторного стенда (рис. 1). Изменение частоты вращения коленчатого вала и якоря электрической машины описывается уравнением динамики:

$$\frac{dn}{dt} \cdot I = (M_k - M_c), \quad (1)$$

где n – частота вращения, I – момент инерции, M_k – крутящий момент, M_c – момент сопротивления тормоза.

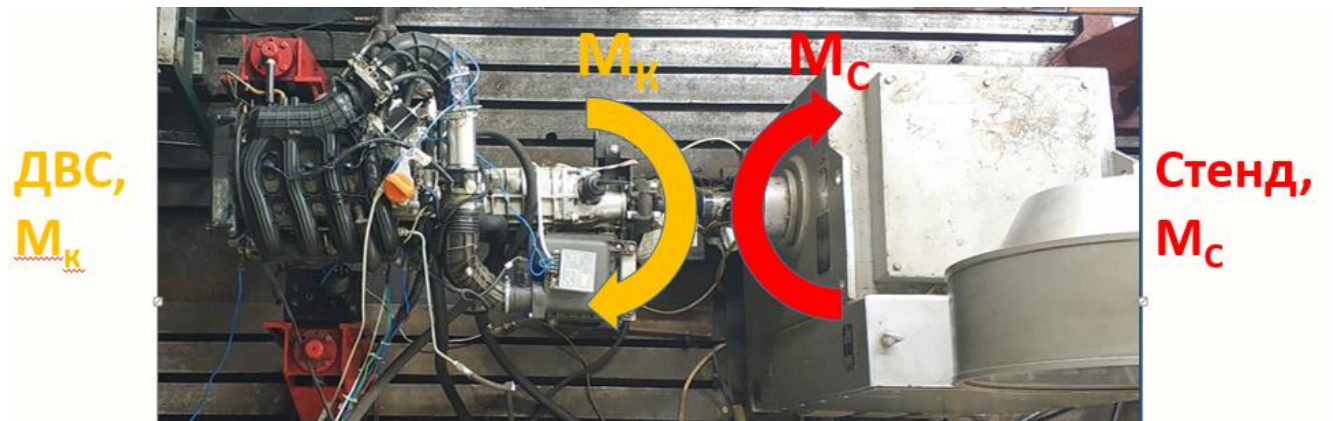


Рис. 1. Моделируемый стенд

В применяемой модели моторного стенда момент сопротивления тормоза M_c подбирается алгоритмом, построенным на основе традиционного ПИД-регулятора [1] (рис. 2):

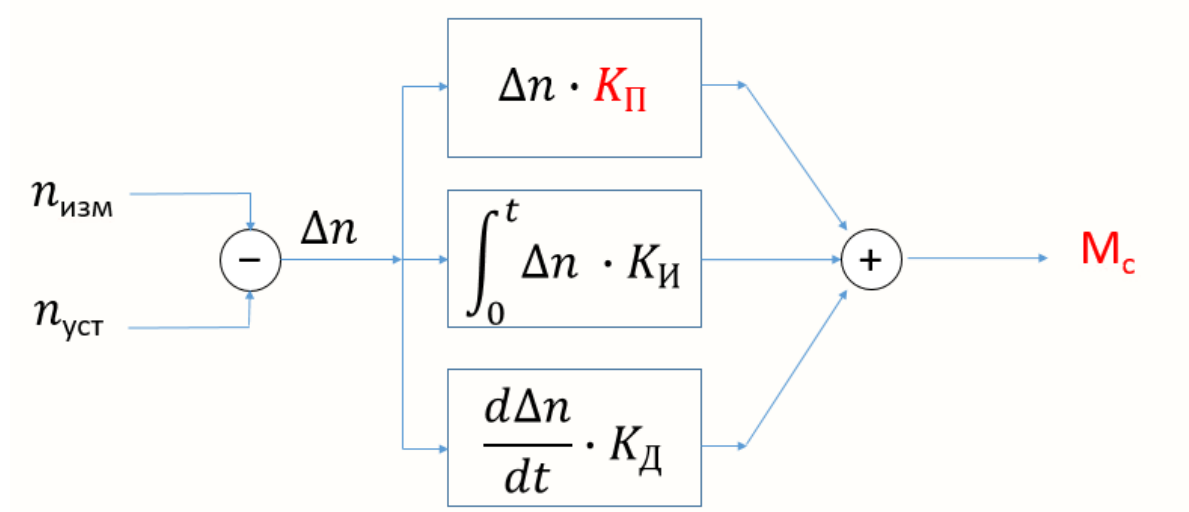


Рис. 2. Алгоритм подбора момента сопротивления:

$n_{изм}$ – измеренная частота вращения, $n_{уст}$ – уставка частоты вращения,
 K_p – пропорциональный коэффициент (показан на рис. 3), K_i – интегральный коэффициент, K_d – дифференциальный коэффициент

Цель работы – подобрать коэффициенты K_p , K_i и K_d для обеспечения протекания переходных процессов в соответствии с заданными критериями качества регулирования.

Особенность выполняемой работы состоит в возможности подбора коэффициентов не вручную, а с помощью автоматизированных испытаний по заданной программе («сценарию»).

Сценарий подбора коэффициентов

Сценарий создается с помощью системы INCA-FLOW, особенность которой – отсутствие необходимости в навыках программирования систем автоматизации. Программа автоматизированных испытаний строится в виде блок-схемы из графических элементов.

Сценарий имеет три блока: запуск, смена режимов работы, перебор коэффициентов (рис. 3).

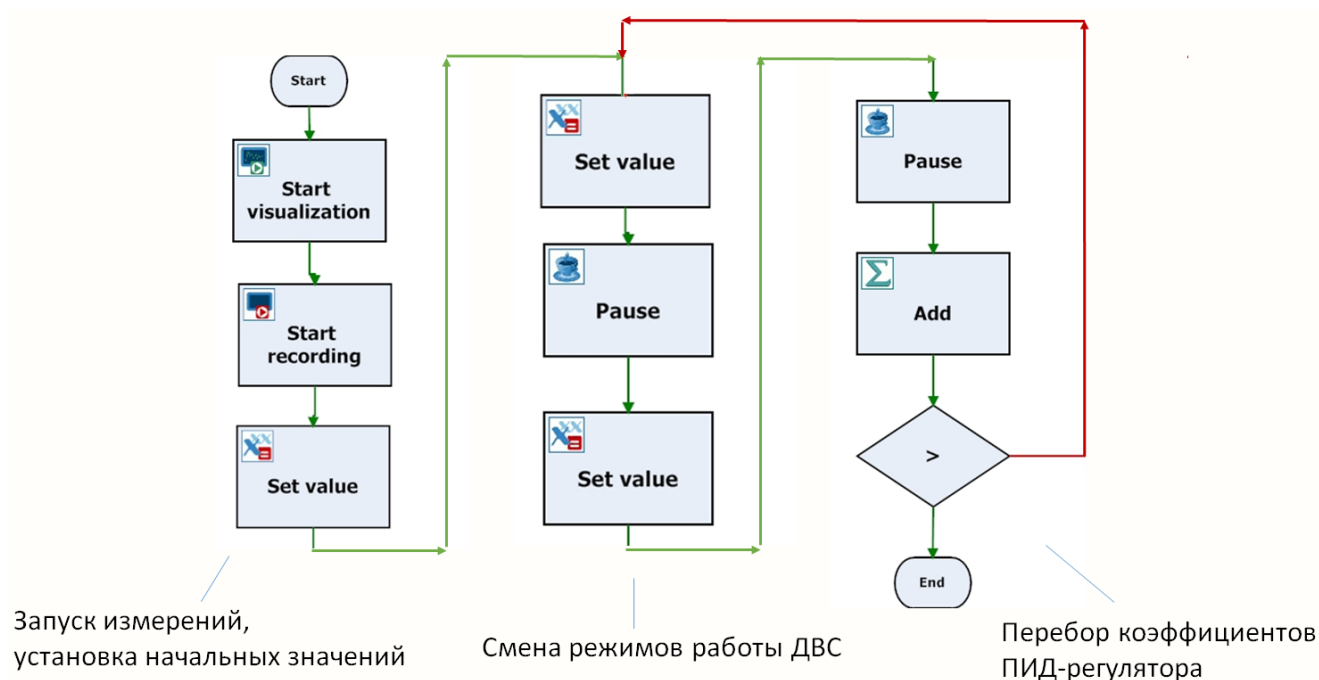


Рис. 3. Блок-схема сценария

В процессе его выполнения происходит циклическая смена режимов работы ДВС, при этом каждый новый цикл происходит при новой комбинации коэффициентов. Результат выполнения сценария – удобная для прочтения на компьютере запись процесса работы ДВС с сохранением

всех параметров, необходимых инженеру для выбора оптимального сочетания коэффициентов (рис. 4).

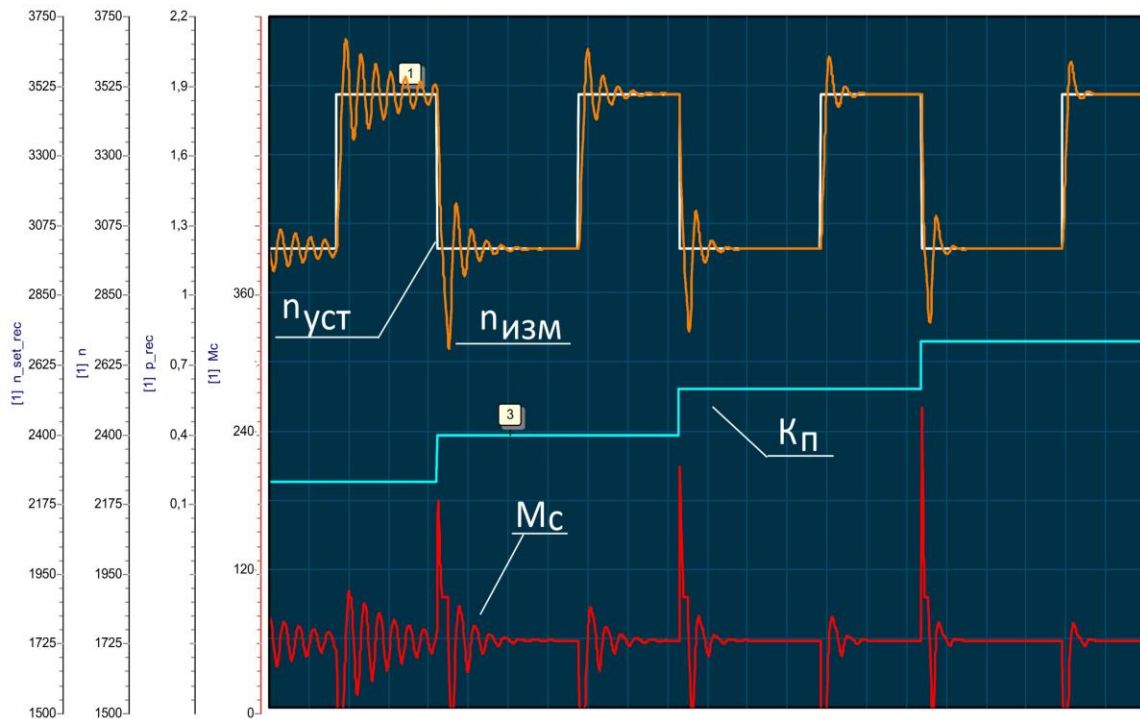


Рис. 4. Результат работы сценария

Преимущество представленной методики

Традиционным методом подбора коэффициентов является ручной. Он имеет ряд недостатков: неточен, трудоемок, отсутствует документирование и т.д.

Современным методом является автоматический, например, с помощью симплекс-метода [3]. Работа выполняется без вмешательства человека. Недостаток этого метода состоит в отсутствие документации о влиянии коэффициентов на рабочий процесс системы. Это не дает возможности использовать его в учебном процессе при начальном изучении принципов управления техническими системами. Также этот метод не всегда позволяет найти решение более точно, чем опытный специалист.

Метод, представленный в публикации – «золотая середина» между автоматическим и ручным способом подбора коэффициентов. Подбор коэффициентов осуществляется в автоматическом режиме, что сильно сокращает трудоёмкость и время работы, но итоговое решение о принятии коэффициентов лежит на студенте, который анализирует значения, удовлетворяющие критериям качества регулирования.

Выводы

Предложенная методика подбора коэффициентов ПИД-регулятора позволяет:

- провести «сканирование» работы системы при различных коэффициентах;
- сформировать документацию;
- выбрать коэффициенты в зависимости от поставленной задачи.

Список литературы

1. Денисенко, В.В. Компьютерное управление технологическим процессом, экспериментом, оборудованием / В.В. Денисенко. – М.: Горячая линия – Телеком, 2009. – 608 с.
2. Пинский, Ф.И. Микропроцессорные системы управления автомобильными двигателями внутреннего сгорания / Ф.И. Пинский, Р.И. Давтян, Б.Я. Черняк. – М.: Легион-Автодата, 2004. – 136 с.
3. Вошанкин, С.В. Разработка структуры и алгоритмов обучающихся контуров в микропроцессорных системах управления автомобильных двигателей / С.В. Вошанкин: дисс ... канд. техн. наук: 05.04.02. – М., 2004.

References

1. Denisenko V.V. *Komp'yuternoye upravleniye tekhnologicheskim protsessom, eksperimentom, oborudovaniyem* (Computer control of technological process, experiment, equipment), Moscow, Goryachaya liniya – Telekom, 2009, 608 p.

2. Pinsky F.I. Davtyan R.I., Chernyak B.Y. *Mikroprotsessornyye sistemy upravleniya avtomobil'nyimi dvigatelyami vnutrennego sgoraniya* (Microprocessor control system of automobile internal combustion engines), Moscow, Legion-Avtodata, 2004, 136 p.
3. Womankind, S.V. *Razrabotka struktury i algoritmov obuchayushchikhsya konturov v mikroprotsessornykh sistemakh upravleniya avtomobil'nykh dvigateley* (Development of structure and algorithms for studying circuits in microprocessor-based control systems automotive engines), Doctor's thesis, Moscow, 2004.

Рецензент: А.Л. Яковенко, канд. техн. наук, доц., МАДИ