

(типа перетоков по замкнутому контуру) достигается за счет введения второго этапа вычисления с зафиксированными нагрузками y_i , т.е. при решении задачи:

$$\sum_{i=1}^n B_i x_i + \sum_i \sum_j \lambda_{ij} z_{ij} \rightarrow \min$$

при условиях (3) – (5). Здесь $B_i > 0$, $\lambda_{ij} > 0$ – заданные коэффициенты, отражающие представление о приоритетности вовлечения мощности отдельных узлов и межузловых связей. Параметры B_i , λ_{ij} могут иметь следующий физический смысл затрат на генерацию и передачу. В результате получим значение генерирующих мощностей и перетоков, соответствующие минимальным затратам; величины, обратные показателям надежности (вероятности отказов), в результате будут задействованы наиболее надежные мощности; величины. Обратные экспертным оценкам приоритетности тех или иных энергообъектов могут быть получены, например, методом парных сравнений.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров О.И. Оптимизация распределения межсистемных перетоков электроэнергии в условиях взаимодействия смежных энергосистем. Сборник докладов МНК «Устойчивое развитие энергетики Республики Беларусь: состояние и перспективы», Минск, «Беларуская навука», 2020, С. 131-138.

2. В.П. Мартынюк. Таможенные аспекты энергетической интеграции: отечественная практика и проблемы. «Интеграция в энергетике и экономическая безопасность государства», Сборник трудов, Киев, «Знания Украины», 2005.

УДК 681.51

М.Ю. Подобед, ст. преп., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск);
А.Н. Данилевич, специалист (ООО «ЛЮБЕР-ТЕХНО», г. Минск)

РЕАЛИЗАЦИЯ ПИ-ЗАКОНА РЕГУЛИРОВАНИЯ НА ЧАСТОТНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯХ M-DRIVER И GERTZ

Поддержание давления в гидравлической системе на заданном уровне, как правило, актуальная задача в системах водоснабжения населенных пунктов и промышленных предприятий. Современный частотный преобразователь бренда M-driveк/Gertz 900G обладает огромным набором функций для насосных применений (несколько видов каскадного управления группой насосов, автоматический ввод резервного насосам, режим сна, защита от сухого хода и др.).

Рассмотрим настройку частотного преобразователя на управление приводом насоса с использованием встроенной функции ПИ-регулирования:

- 1) Пуск/Стоп осуществляется со встроенной панели управления;
- 2) Ввод задания и настроек для ПИ-регулятора осуществляется со встроенной панели управления;
- 3) Стабилизация давления с использованием датчика 4-20 мА.

Датчик давления (РТ) с унифицированным токовым сигналом 4-20 мА необходимо подключить к клеммам А11, 24V.

Перечень основных настроек частотного преобразователя в режиме поддержания давления приведен в таблице.

Таблица

Код	Параметр	Значение	Описание
F0-00	Выбор источника команд	0	0: команда запуска с панели управления
F0-01	Выбор источника задания основной частоты	6	6: Подача воды под постоянным давлением
F5-08	Тип датчика	1	0: 0~10 В; 1: 4~20 мА; 2: 0 ~ 5 В; 3: 0,5 В ~ 4,5 В
F0-07	Формат аналогового входного сигнала	0002	единицы: А11 = 2 (4-20мА)
F5-00	Источник задания PID-регулятора	0	0: уставка F5-01
F5-01	Опорное значение PID-регулятора	3,5 бар	Через значение этого параметра устанавливается задание ПИ-регулирования (бар)
F5-02	Источник обратной связи PI-регулятора	0	0: А11
F5-03	Направление регулятора	0	0: Положительный эффект.
F5-04	Пропорциональное усиление PI-регулятора ускорения K _p	20,0	
F5-05	Время интегрирования PI-регулятора ускорения K _i	0,80 с	
F5-06	Пропорциональное усиление PID-регулятора замедления K _p	20,0	
F5-07	Время интегрирования PI-регулятора замедления K _i	0,01 с	
F5-09	Диапазон датчика	16,0 бар	Максимальный диапазон измерения давления датчиком.
Режим сна			
F5-12	Частота режима сна	30 Гц	
F5-13	Время задержки режима сна	0,0 с	
F5-17	Давление пробуждения	80 %	
Режим автозапуска			
F5-29	Включение автоматического запуска	1	1: Включен
F5-30	Время задержки автоматического запуска	10	10 с

Основные оперативные показатели работы частотного преобразователя можно отследить в следующих диагностических параметрах:

U0-17 Уставка PID

U0-18 Обратная связь PID-регулятора

Необходимо отметить, что серии частотных преобразователей M-driver 900G и Gertz 900G реализован регулятором с переменной структурой, под которым имеется в виду регулятор с двумя наборами параметров: один для тех случаев, когда сигнал рассогласования положительный, второй – когда сигнал отрицательный. Таким образом удаётся избежать значительных перерегулирований и обезопасить гидравлическую систему от больших скачков давления. Так же, данное решение позволяет скомпенсировать ошибки при настройке системы неопытным персоналом.

УДК 519.62

Е. В. Дубиковская, магистрант; Д. А. Гринюк, доц., канд. техн. наук;
И. Г. Сухорукова, ст. преп.; Д. О. Арпентий, студ. (БГТУ, г. Минск)

РЕШЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ НА ЯЗЫКЕ PYTHON

Возрастающие мощности компьютеров позволяют эффективно решать прикладные задачи автоматизации. Для поиска решений по управлению приходится решать дифференциальные уравнения.

Дифференциальные уравнения – это математические уравнения, описывающие изменение величин во времени или пространстве, связывающие скорости изменения с текущим состоянием системы. Они повсеместны в различных научных областях, включая физику, инженерию, биологию, экономику и другие.

Стремительное развитие научных и инженерных исследований требует постоянного поиска новых методов решения дифференциальных уравнений, улучшения существующих методов и разработки более эффективных алгоритмов. Дифференциальные уравнения используются для моделирования различных явлений в физике, биологии, экономике, инженерии и других дисциплинах. Это означает, что способы их решения имеют ключевое значение для понимания и предсказания поведения систем.

Хотя некоторые дифференциальные уравнения имеют аналитические решения, многие из них требуют применения численных методов. Данные методы осуществляют поиск решения дифференциальных уравнений путем дискретных вычислений. Существует несколько численных методов для решения как обыкновенных, так и частных