

ОПТИМИЗАЦИЯ ПОЗИЦИОННЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЕ НА ОСНОВЕ МНОГОКАНАЛЬНОГО ФАЗЗИ-КОНТРОЛЛЕРА

Постников В.Г., аспирант МЭИ (ТУ)

В современных технологиях находят все большее применение интеллектуальные системы управления, среди которых имеют место и системы фаззи-управления верхнего, технологического уровня. Их применение позволяет повысить качество автоматизированного технологического процесса некоторых производственных систем. К данным системам можно отнести некоторые системы химического и фармацевтического производств [1], пищевой промышленности, системы автономного газо- и теплоснабжения [2]. В указанных системах общий регулятор технологического процесса с использованием фаззи-управления формирует задание на необходимые перемещения рабочих органов типа регулируемых механических вентилях, осуществляющих дозированную подачу газа, пара, воды и других жидкостей в соответствующих технологических установках. Данные рабочие органы приводятся в движение электроприводами, работающими в режимах позиционирования и являющимися по существу непосредственными регуляторами технологического процесса.

Кроме отмеченного типа рабочих органов, в автоматизированных технологических процессах могут использоваться и некоторые подъемно-транспортные установки, в которых требуемые перемещения должны выполняться соответствующими позиционными электроприводами в автоматическом режиме.

От того, насколько качественно данные позиционные электроприводы осуществляют заданные технологическим регулятором перемещения рабочих органов, зависит и качество управляемого технологического процесса. Для наилучшего выполнения технологической задачи колебания и перерегулирования рабочего органа в этом процессе следует устранить при условии получения требуемой точности позиционирования. Задачу получить наибольшее быстродействие при отсутствии перерегулирования и в пределах требуемой точности позиционирования можно считать актуальной задачей оптимизации рассматриваемой группы позиционных электроприводов (ПЭП) по технологическому признаку.

Для данных электроприводов находят применение типовые структуры системы управления с традиционными

регуляторами в простейшем варианте и без обратной связи по положению. Однако при повышенном требовании к качеству процесса для более точного позиционирования используется и обратная связь по положению. Традиционные структуры не всегда в состоянии качественно выполнить требуемое позиционирование в условиях особенностей данных электроприводов — нелинейного и значительного реактивного момента сопротивления с повышенным моментом трогания, а также возможной гибкой подвески рабочего органа и изменений моментов нагрузки и инерции.

Прямое фаззи-управление в контуре положения позволяет достаточно просто на логическом уровне получить необходимый для оптимизации алгоритм. Коль скоро для верхнего уровня управления рассматриваемых технологических установок используется фаззи-регулятор (ФР), то, применяя современный многоканальный фаззи-контроллер (ФК) с многими входами и выходами, можно возложить на этот контроллер и задачу нижнего уровня управления для позиционных электроприводов.

На основании предложенной методики составлен алгоритм фаззи-контроллера положения для простой структуры электропривода постоянного тока малой мощности (доли одного киловатта) применительно к механическому вентилю трубопровода в технологической установке (рис. 1).

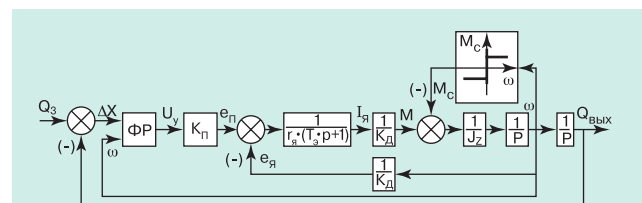


Рис. 1. Структурная схема позиционного электропривода механизма вентиля с ФР положения

На рис. 1 приняты следующие обозначения: Q_3 — угловое задание на перемещение вентиля; $Q_{\text{ВЫХ}}$ — угловое положение вентиля; все остальные обозначения являются общепринятыми.

Для данного электропривода с повышенным моментом сопротивления решена задача оптимизации позиционирования с высоким быстродействием, без перерегулирования и с практически нулевой ошибкой (рис. 2). При этом, вместо двух ФР, основного и дополнительного, компенсирующего ошибку, использован только один ФК с объединенным алгоритмом.

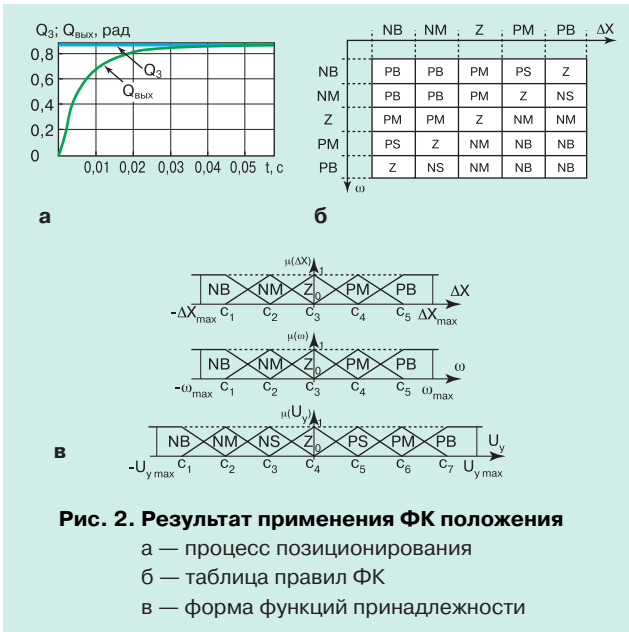


Рис. 2. Результат применения ФК положения

- а — процесс позиционирования
- б — таблица правил ФК
- в — форма функций принадлежности

Для позиционного электропривода механизма перемещения с маятниковой подвеской рабочего органа составлена полная расчетная модель подвижной части с учетом нелинейности системы (рис. 3).

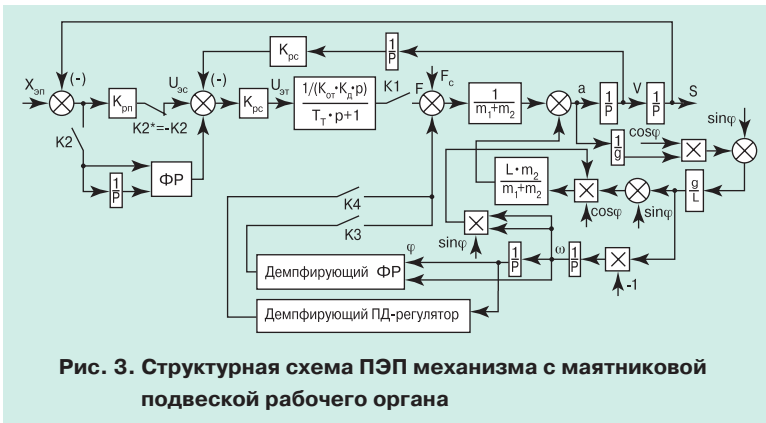


Рис. 3. Структурная схема ПЭП механизма с маятниковой подвеской рабочего органа

Сложность проблемы для данного электропривода в том, что простой логический алгоритм демпфирования колебаний маятника входит в противоречие с алгоритмом точной остановки механизма в заданной позиции. Данная задача с простым логическим алгоритмом решается поочередно в два этапа: позиционирование в зону точной остановки без демпфирования колебаний маятника (ключи К3 и К4 разомкнуты на рис. 3) и включение демпфирующего ФР при подходе механизма к зоне точной остановки при отключении контура положения (ключ К1 разомкнут на рис. 3). По сигналу датчика точной остановки отключается двигатель от источника питания и осуществляется

фиксирование механизма тормозом (механическим или электрическим). Данное позиционирование обеспечивает эффективное демпфирование колебаний рабочего органа и приемлемую точность остановки, но требуется коммутация силовой цепи. На рис. 4 представлены результаты моделирования полученной системы при этом весь технологический процесс разбит на три участка.

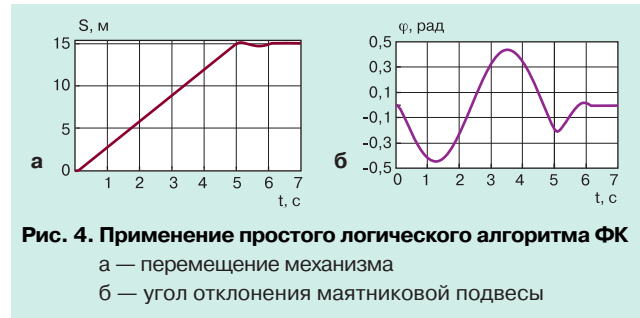


Рис. 4. Применение простого логического алгоритма ФК

- а — перемещение механизма
- б — угол отклонения маятниковой подвески

1. Участок позиционирования механизма к зоне остановки (от $t=0$ с до 5,2 с).
2. Участок демпфирования колебаний раскачивающегося груза (от $t=5,2$ с до 6 с).
3. Участок фиксации механизма тормозом в заданном положении (от $t=6$ с).

Для одновременного выполнения точного позиционирования и демпфирования колебаний рабочего органа потребуется другой алгоритм демпфирующего ФК. Результаты моделирования, представленные на рис. 5, показывают, что полученные алгоритмы ФК положения и демпфирования обеспечивают практически нулевую ошибку позиционирования с приемлемым уровнем демпфирования колебаний.

Реализовать оба ФР можно в каналах одного общего ФК (рис. 6).

Нехудшее демпфирование может быть получено и с аналоговой коррекцией (ключ К4 замкнут, а К3 разомкнут на рис. 3). Однако система будет более чувствительна к изменению параметров, чем при фаззи-коррекции.

Практическая реализация алгоритмов фаззи-управления позиционными электроприводами осуществляется на контроллере Quantum (см. рис. 6). При этом обмен данными между верхним и нижним уровнями

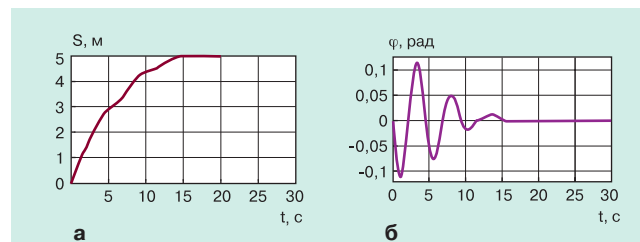
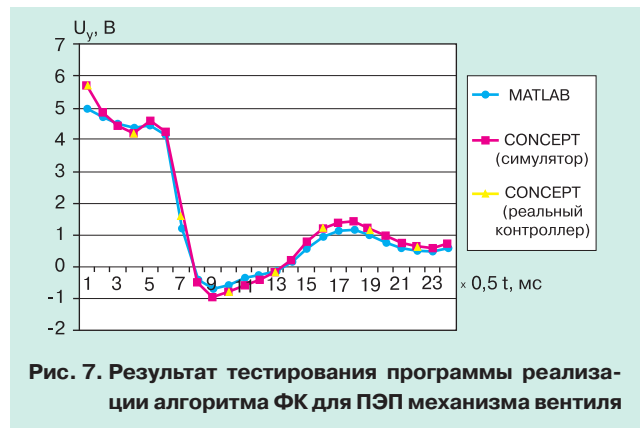
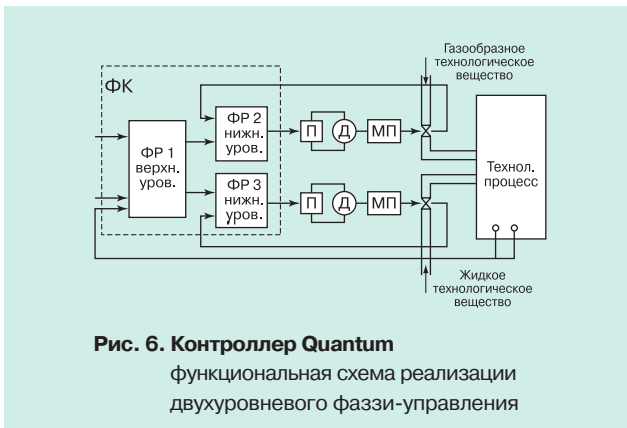


Рис. 5. Применение ФР положения в сочетании с демпфирующим ФР

- а — перемещение механизма;
- б — угол отклонения маятниковой подвески



фаззи-управления осуществляется внутри ФК через адресные ячейки памяти.

Для написания программы реализации алгоритмов ФК использовался внутренний блочный язык программирования Concept.

В качестве тестируемого процесса позиционирования выбирался процесс отработки скачка задающего устройства на угол, максимально допустимый по току, при этом сравнивались результаты позиционирования (рис. 7) при моделировании в среде Matlab, при тестировании написанной программы в специальном Quantum-симуляторе и при тестировании реального контроллера Quantum с загруженной в него программой.

В заключение следует отметить, что оптимизация рассмотренных позиционных электроприводов на основе фаззи-регуляторов реализовывалась на многоканальном фаззи-контроллере, улучшая качество позиционирования и способствуя повышению качества технологического процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. F. Schmidt Wissensbasierte Automatisierung eines Verdampfers fur die Herstellung von Fruchtsaftkonzentrat. Fuzzy-Logik, theorie und Praxis, Springer-Verlay, Berlin, 1994.
2. H. Heider, V.Tryba Energiesparen durch einen adaptiven Fuzzy-Regler fur Heizungsanlagen. Fuzzy-Logik, Theorie und Praxis, Springer-Verlay, Berlin, 1994.

СЕВЗАПРОМ

Ограничители Перенапряжений Нелинейные

Для защиты сетей переменного тока с изолированной, компенсированной и резистивно заземленной нейтралью внутренней и наружной установки

Для защиты электрооборудования железных дорог и электроподвижного состава

Для защиты электрооборудования сетей переменного тока с эффективно заземленной нейтралью и разземленной нейтралью трансформаторов

198005, Россия, Санкт-Петербург, наб. Обводного канала, 118
 Для корреспонденции: 195426, СПб. а/я 165
 Тел.: +7 (812) 335-97-02, +7 (812) 335-97-03
 e-mail: mail@szp.spb.ru, http://www.szp.spb.ru/