

## НЕЧЕТКАЯ МОДЕЛЬ АДАПТИВНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БУФЕРНОЙ ЕМКОСТЬЮ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЧАСТОТНОГО УПРАВЛЕНИЯ

К.А. Иванов, А.Г. Горюнов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: kaiva@sibmail.com

В химической промышленности буферные емкости используются для согласования производительностей аппаратов и демпфирования расходов технологических продуктов. Для снижения низкочастотных и высокочастотных колебаний расхода жидкости на выходе буферной емкости предложена система частотного управления погружным центробежным насосом с адаптивным управлением уровнем жидкости в буферной емкости. Из-за жёстких требований к режиму работы насоса применено импульсное управление дроссельной заслонкой [1]. Наличие двух каналов управления по частоте вращения вала электродвигателя насоса и положению дроссельной заслонки, а также использование адаптации параметров настройки ПИД-регулятора уровня и адаптации длительностей импульсов управления исполнительным механизмом дроссельной заслонки, обеспечивает необходимое демпфирование расхода жидкости при требуемых ограничениях на уровень жидкости в буферной емкости. Разработана математическая модель демпферной емкости как объекта управления. В этой модели нелинейная зависимость расхода жидкости от частоты вращения вала электродвигателя насоса и положения дроссельной заслонки представлена имитационной моделью на основе нечеткой нейронной сети. Нечеткая нейронная сеть реализована и обучена средствами Matlab пакетом расширения Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System (ANFIS). Ошибка аппроксимации экспериментальных зависимостей, полученных на реальном оборудовании, не превышает 1%. Применение пакета ANFIS позволило решить задачу аппроксимации экспериментальных зависимостей, представленных разреженными матрицами. Предложенная модель использована для исследования адаптивной системы управления буферной емкостью. Сравнение работы реальной системы [2] с моделью системы подтвердило адекватность предложенной модели.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горюнов А.Г., Иванов К.А., Шенцов Э.Ю., Биянов А.В. Система стабилизации потока органической фазы каскада экстракционных колонн с применением частотного управления погружными центробежными насосами // Известия высших учебных заведений. Физика, 2010. – №11/2. – С. 206–210.
2. Ivanov K.A., Goryunov A.G. Capacity pump control by dual-channel adaptive system with throttle and frequency Control // Advanced Materials Research Vol. 1084, 2015, P. 630-635

## РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УСТРОЙСТВА АНАЛИЗА ПАРАМЕТРОВ СИЛОВЫХ ЦЕПЕЙ

С.А. Ильиных, В.М. Павлов, С.В. Меркулов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет,

Россия, г.Томск, пр. Ленина, 30, 634050

E-mail: [ilinykh\\_stas@mail.ru](mailto:ilinykh_stas@mail.ru)

В целях качественного и эффективного электроснабжения потребителей промышленных и коммунальных предприятий создаются и эксплуатируются сложные комплексы систем вторичного электропитания, основанные на современных полупроводниковых приборах, которые преобразуют переменный ток в постоянный и наоборот, а также изменяют его частоту в соответствии со спецификой промышленных

объектов и технологических установок. В качестве примера можно привести электрохимические и металлургические предприятия, электротранспорт, электрофизические установки атомной энергетики, промышленные и исследовательские ускорители, плазмотроны и генераторы различного назначения.

При работе таких комплексов важным является с одной стороны определение параметров питающей сети с целью диагностики оборудования и компенсации реактивной мощности [1], а с другой, оперативное определение ряда измерительных и расчетных параметров, используемых для формирования управляющих и коммутационных воздействий в системе электропитания. Причем в распределенных, многоканальных системах питания, в которых важна синхронность работы преобразователей, измерительные и расчетные параметры силовой цепи должны поступать ко всем элементам системы питания одновременно с заданной точностью.

Разрабатываемое для решения данной задачи многофункциональное микропроцессорное устройство анализа параметров электрической силовой цепи формирует в реальном масштабе времени ряд измерительных и расчетных данных, необходимых для управления автономными, однофазными и трехфазными системами электропитания и многоканальными энергопреобразовательными комплексами большой мощности. Реализуемые устройством функции: программная по цифровому интерфейсу настройка устройства в зависимости от состава измерительных цепей, датчиков и структуры системы электропитания; программная настройка алгоритмов противоаварийной защиты по параметрам питающей сети; контроль параметров сети и формирование сигналов быстродействующей релейной защиты электротехнологического оборудования; формирование сигналов синхронизации по событиям: перехода через ноль, минимума/ максимума переменного тока, превышения предельных значений и т.д.; привязка сигналов управления силовой схемой преобразователя электрической энергии (тиристорного выпрямителя, инвертора напряжения, компенсатора реактивной мощности и др.) к питающей сети; взаимодействие с вышестоящей системой АСУ ТП предприятия по цифровому интерфейсу.

Существующие аналоги устройства для анализа параметров электрической силовой цепи не предназначены для использования в схемах оперативного управления многоканальными системами электропитания.

#### **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Железко Ю.С. Потери электроэнергии. Реактивная мощность. Качество электроэнергии: Руководство для практических расчетов. –М: ЭНАС, 2009. –456с

#### **РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА ГРАДУИРОВКИ РАСХОДОМЕРОВ И ИССЛЕДОВАНИЯ САУ РАСХОДОМ ВОЗДУХА**

Н.Б.Гурова, Е.С. Китаева., А.А. Денисевич

Томский политехнический университет, 63405, Россия, г. Томск,

пр. Ленина, 30, e-mail:nbg7@mail.ru

Градуировка - процесс нанесения отметок на шкалы средств измерений, а также определение значений измеряемой величины, соответствующих уже нанесенным отметкам для составления градуировочных кривых или таблиц [1].

Лабораторный стенд градуировки расходомеров предназначен для приобретения студентами навыков градуирования датчиков и определения погрешности полученных измерений.