
Министерство промышленности и науки Свердловской области
Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н. Ельцина
Академия электротехнических наук РФ
Технический университет УГМК
Российский государственный профессионально-педагогический
университет
ВО «Уральские Выставки»

**ЭФФЕКТИВНОЕ И КАЧЕСТВЕННОЕ
СНАБЖЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ**

Сборник докладов

4-й Международной научно-практической конференции

ЭКСИЭ – 04

(Екатеринбург, 26–28 мая 2015 г.)

Сборник докладов

Екатеринбург
Издательство УМЦ УПИ
2015

УДК 658.26(063)

ББК 31.29я43

Э94

Редакционная коллегия:

профессор Ф.Н. Сарпулов (научный редактор);

профессор В.С. Копырин (отв. за выпуск);

профессор С.Ф. Сарпулов;

профессор В.И. Денисенко;

доцент В.Э. Фризен

Рецензенты:

канд. техн. наук А. В. Бычков, зам. генерального директора ОАО

«ВНИИМТ»;

канд. техн. наук В.И. Лузгин, директор научного центра ООО «Российская электро-
технологическая компания»

Э94 Эффективное и качественное снабжение и использование электроэнергии: сб. докл. 4-й междунар. науч.-практ. конф. в рамках выстав. «Энергосбережение. Отопление. Вентиляция. Водоснабжение» (Екатеринбург, 26–28 мая 2015 г.) / науч. ред. Ф.Н. Сарпулов. – Екатеринбург: Издательство УМЦ УПИ, 2015. – 238 с.

ISBN 978-5-321-02284-9

Сборник докладов ученых, преподавателей, аспирантов и студентов вузов и колледжей, специалистов и сотрудников России, Казахстана, Таджикистана, Польши, Анголы и Египта предприятий и организаций содержит результаты исследований и практической реализации в области эффективности производства, передачи, распределения и потребления электрической энергии, повышения её качества и анализа электромагнитной совместимости. Особое внимание уделяется электроэнергетике, электротехнологии, преобразовательной технике и электроприводу.

УДК 658.26(063)

ББК 31.29я43

ISBN 978-5-321-02284-9

© Авторы, 2015

© УрФУ, 2015

СОДЕРЖАНИЕ

Общие проблемы повышения эффективности электроэнергии

П. И. БАРТОЛОМЕЙ К проблеме подготовки инженерных кадров в области электроэнергетики	12
Я. М. ЩЕЛОКОВ Энергетический сервис: прогноз на 2015 год	16
С. В. ФЕДОРОВА Методика управления энергоэффективностью моногорода	19
А. Т. ДЖАЙЛАНИ, Д. А. НЕМКОВ, С. Е. ЩЕКЛЕИН., Ю. Е. НЕМИХИН Исследование влияния системы ориентации на эффективность фотоэлектрических установок	22
Б. Б. УТЕГУЛОВ, А. Б. УТЕГУЛОВ, А. Б. УАХИТОВА, Д. Б. БАШИМ, М. С. ЖАНАЙДАРОВ Применение автомата Мили (Мура) для создания математических моделей цифровых устройств управления дугогасящих реакторов в сетях напряжением 6—10 кВ	26
О. Ю. СИДОРОВ, Ф. Н. САРАПУЛОВ, Б. А. СОКУНОВ, С. Ф. САРАПУЛОВ Управление структурой металлического расплава при его кристаллизации в бегущем магнитном поле	29
П. Е. МЕЗЕНЦЕВ, В. П. ОБОСКАЛОВ, В. Г. ЛИТВИНОВ, А. А. КОСТИН Методика оценки рисков в энергетике региона	32

Эффективное производство, передача и распределение электроэнергии

ЖОАО ФРАНСИШКО ДЕ СОУЗА ГАШПАР ДА СИЛВА, А. А. ВИНОГРАДОВ, АДРИАНО ДЕ АЛМЕЙДА Электроснабжение кампуса государственного Университета Анголы имени Агоштиньо Нето	35
П. И. БАРТОЛОМЕЙ, С. И. СЕМЕНЕНКО Совершенствование алгоритма противоаварийной автоматики ЭЭС на основе векторных измерений	38
С. Е. ЩЕКЛЕИН, Ю. Е. НЕМИХИН, А. Д. НИКИТИН Термоэлектрические генераторы в системах надежного электроснабжения ...	42
В. В. КУЦИН, В. С. КОПЫРИН Электроснабжение и электроэнергетическая безопасность медицинских учреждений	46
М. Е. АЛИШЕВА, А. И. ГЛАЗЫРИН Водно-химический режим тепловых сетей г. Астаны и пути их улучшения	50
П. И. БАРТОЛОМЕЙ, Е. М. ЛЕБЕДЕВ, Е. Н. КОТОВА Способы повышения достоверности результатов процедуры оценки состояния энергосистем	53

С. А. МЕНДЫБАЕВ, К. С. ГЛОКК Анализ системы централизованного теплоснабжения города Павлодара ...	56
О. М. КОТОВ, Я. В. САНДАКОВ Моделирование трехобмоточных трансформаторов в расчетах структурной надежности электрических сетей	59
А. П. КИСЛОВ, С. А. МЕНДЫБАЕВ, А. Д. УМУРЗАКОВА Автоматизация системы централизованного теплоснабжения г. Павлодара	63
<i>Эффективное использование энергии</i>	
В. М. ПАХАЛУЕВ, С. Н. ВИНОГРАДОВ, Ю. Е. НЕМИХИН Исследование активных вентиляционных систем с регенерацией воздуха / Study of the active ventilation systems air regeneration	66
О. Д. ЛОБУНЕЦ О повышении энергетической эффективности автотранспорта	70
К. В. ХАЦЕВСКИЙ, К. К. МАНОХИН Энергоэффективные индукционные установки для нагрева и термохимической обработки воды	73
Д. Н. БАГИН, А. Ю. КОНЯЕВ Влияние боковых электромагнитных сил на работу электродинамических сепараторов с линейными индукторами	76
Ж. О. АБДУЛЛАЕВ, Н. С. ЯКУШЕВ, С. Л. НАЗАРОВ Экспериментальные исследования электродинамических сепараторов при повышенных частотах магнитного поля	80
В. В. ГОМАН, С. А. ФЕДОРЕЕВ, Р. М. МУХУТДИНОВ Программно-аппаратный комплекс для регистрации параметров микроклимата	84
Б. Б. УТЕГУЛОВ, А. Б. УТЕГУЛОВ, А. Б. УАХИТОВА, Д. Б. БАШИМ, М. С. ЖАНАЙДАРОВ Применение структуры самообучающегося автомата для создания моделей устройств селективного срабатывания защиты от однофазного замыкания на землю	86
В. П. ФЕДОТОВ, Л. А. ФЕДОТОВА Устройства автоматического управления и защиты трехфазных асинхронных электродвигателей с использованием оптосимисторов	90
Б. Б. УТЕГУЛОВ, А. Б. УТЕГУЛОВ, А. Б. УАХИТОВА, Д. Б. БАШИМ, М. С. ЖАНАЙДАРОВ Применение сетей Петри для построения математической модели устройства контроля состояния изоляции в сети 6 кВ собственных нужд электростанций	94
Р. А. ХОМЯКОВ, Б. А. ЧЕРНЫШОВА, С. Н. ШЕЛЮГ Учет дополнительных элементов при расчёте потерь мощности	98

А. Д. УМУРЗАКОВА, С. А. МЕНДЫБАЕВ Устройство измерения угловой скорости вращения трехфазного асинхронного электродвигателя	153
Д. М. ФИЛИППОВ О расчёте вихревых токов в объёме листа сердечника статора линейного двигателя методом последовательных приближений	156
Ш. Т. ДАДАБАЕВ Анализ пусковых режимов крупных вертикальных синхронных двигателей насосных агрегатов	160
В. А. БОРОДЕНКО Об ошибках при применении критерия Найквиста	164
Е. Г. АЛАЕВ, В. М. ЗЫРЯНОВ, Н. А. МИТРОФАНОВ Гармонический состав напряжения преобразователя частоты Mitsubishi FR-A540ECR	168
Б. Т. БАКУБАЕВ, В. И. ДЕНИСЕНКО, А. Т. ПЛАСТУН Разработка высоконадежного асинхронного двигателя с асимметричным магнитопроводом с неорганической изоляцией	172
М. В. КЫЧАНОВ, МОЙСЕЙЧЕНКОВ А.Н., В. И. ДЕНИСЕНКО, А. Т. ПЛАСТУН Оценка мощности подвозбудителя совмещенного многофункционального бесщеточного возбудителя	175
А. Н. НОВОЖИЛОВ, А. М. АКАЕВ, В. Н. ГОРЮНОВ, Т. А. НОВОЖИЛОВ Моделирование токов в синхронном компенсаторе при витковом замыкании в обмотке статора	179
И. Л. ЩЕКЛЕИНА, А. О. ПРОКУБОВСКАЯ Анализ электромагнитных процессов в устройстве обезвоживания ферромагнитных пульп	182
М. О. БОРОВСКИХ, В. М. КАЗАКБАЕВ Экспериментальные методы определения добавочных потерь в асинхронном двигателе	186
И. А. СМОЛЬЯНОВ, Н. Р. САФИН, В. А. ПРАХТ Анализ КПД асинхронного двигателя в зависимости от технического состояния подшипников	190
И. Л. ЩЕКЛЕИНА Устройство обезвоживания железорудных пульп	194
И. А. СМОЛЬЯНОВ, Н. Р. САФИН, В. А. ПРАХТ К вопросам методов мониторинга изоляции асинхронных двигателей	197
С. В. МАРВИН Сильное решение нестационарной краевой задачи электродинамики в обобщенной постановке для неферромагнитного металлического тела с дефектами	200

*А. П. Кислов, С. А. Мендыбаев
Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова
(г. Павлодар, Казахстан)*

*А.Д. Умурзакова
Инновационный Евразийский университет (г. Павлодар, Казахстан)*

АВТОМАТИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДА ПАВЛОДАРА

Проблема автоматизации систем централизованного теплоснабжения является важной и актуальной задачей, успешное решение которой обеспечивает не только значительное повышение эффективности теплоснабжения города, но и существенное увеличение надежности всего технологического процесса.

Для регулирования температуры воды в системе горячего водоснабжения (ГВС) в настоящее время используется гидравлическая автоматика, в состав которой входят:

- датчик температуры, установленный на выходе водопроводной воды из подогревателя второй ступени;
- регулирующий клапан, установленный на входе сетевой воды в подогреватель второй ступени.

Регулирование температуры осуществляется за счет изменения расхода сетевой воды на подогреватель второй ступени. Для наблюдения за работой схемы контролируют следующие параметры:

- давление;
- температура сетевой воды в подающем и обратном трубопроводе;
- давление и температура воды, поступающей в систему ГВС;
- расход воды на горячее водоснабжение;
- давление рабочей воды;
- командное давление на гидропривод регулирующего клапана.

На рисунке 1 приведена существующая схема автоматизации, состоящая из датчика температуры ТМП и регулирующего клапана РК-1. Рабочая вода $P_в$ для работы гидравлической автоматики отбирается из трубопровода водопроводной воды через вентиль В1. При заданной температуре воды на горячее водоснабжение $t_{вс}$ сливное и напорные сопла термодатчика ТПМ перекрыты, и рабочая вода не расходуются.

При снижении регулируемой температуры открывается нижнее сливное сопло термодатчика ТПМ. В результате давление p_x снижается, и регулирующий клапан открывается, увеличивая расход сетевой воды на подогреватели горячего водяного снабжения. При увеличении регулируемой температуры открывается верхнее напорное сопло термодатчика, что приводит к увеличению давления p_x . Увеличение давления вызывает частичное открывание клапана. Частичное открывание клапана сокращает расход сетевой воды на подогреватели системы горячего водяного снабжения.

Для регулирования температуры в системе отопления установлен регулятор типа РТ. Регулятор температуры прямого действия типа РТ применяется в закрытых системах теплоснабжения для управления температурой воды на горячее водоснабжение. Регулятор состоит из термосистемы, заполненной толуолом, и односедельного разгруженного клапана с сильфонным приводом. Термобаллон погружен в регулируемую среду.

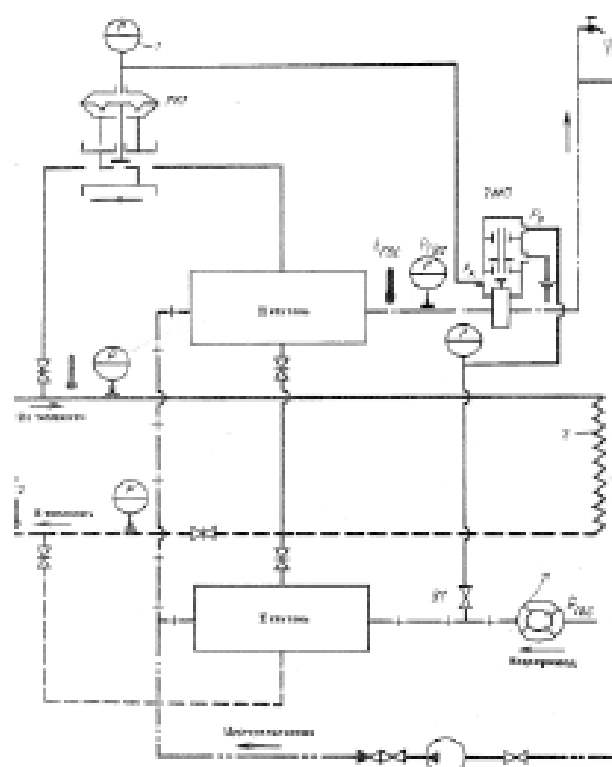


Рис. 1. Схема гидравлической автоматизации ГВС

При изменении температуры среды изменяется объем жидкости, заполняющей термосистему, положение сиффона привода, а следовательно, и жестко связанного с ним регулирующего клапана.

Настройка регулятора на требуемую температуру производится за счет изменения объема термосистемы путем изменения положения сиффона настройки. Так как регуляторы PT не являются плотнозапорными, а манометрическая термосистема чувствительна к перегреву, применять их следует в системах горячего водоснабжения, оборудованных циркуляционными линиями. Для установки термобаллонов регуляторов в трубопроводы наибольшего диаметра необходимо врезать специальные расширители.

Электронное регулирующее устройство для систем отопления типа T48M предназначено для автоматизации отпуска теплоты в системах отопления и горячего водоснабжения на центральном тепловом пункте (ЦТП). Помимо этого оно широко используется для работы в системах автоматического регулирования температуры и в других санитарно-технических системах (вентиляции, кондиционирования и т. п.), расположенных в жилых, общественных, промышленных зданиях и сооружениях.

Регулирующее устройство T48M1 может изменять отпуск теплоты на отопление путем изменения разности температур воды в подающем и обратном трубопроводе, в зависимости от температуры наружного воздуха, т. е. служит для реализации отопительного графика.

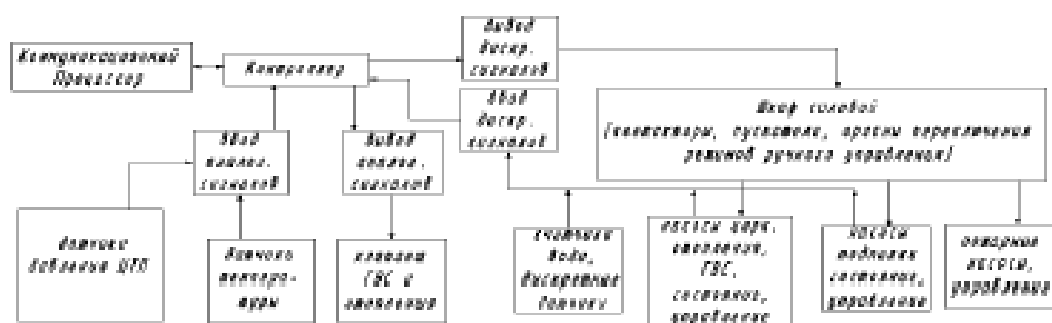
График отпуска теплоты может осуществляться различными способами:

- заданием разности температур (ΔT) в подающем и отводящем трубопроводах;
- заданием коэффициента наклона графика (K_n) в требуемом рабочем диапазоне;

- При введении дополнительных устройств (ускорителей) регулятор может выполнять функции защиты систем теплоснабжения и теплопотребления в случае аварийных нарушений гидравлического режима работы тепловой сети.

Для определения состава приборов, аппаратов и устройств (а также связей между ними), действие которых обеспечивает решение задач управления, регулирования, защиты, измерения и сигнализации, составляется принципиальная схема автоматизации. Все управление на данном объекте будет осуществляться контроллером, т. е., информация от датчиков будет поступать через аналоговые и дискретные модули ввода на контроллер.

Обобщенная структурная схема системы автоматизации центрального теплового пункта приведена на рисунке 2.



Список использованных источников

-

А. Д. Умурзакова
Инновационный Евразийский университет (г. Павлодар, Казахстан)
С.А. Мендыбаев
Павлодарский государственный университет имени С. Торайгырова
(г. Павлодар, Казахстан)

УСТРОЙСТВО ИЗМЕРЕНИЯ УГЛОВОЙ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ ТРЕХФАЗНОГО АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

На сегодняшний день современный асинхронный электропривод представляет собой сложное электротехническое устройство. Асинхронный электропривод является наиболее доступным и массовым и составляет основу большинства механизмов, используемых во многих отраслях промышленности.

В процессе эксплуатации асинхронного электропривода зачастую возникает острая необходимость контроля параметров движения рабочих органов, что способствует реализации требуемых режимов работы технологических механизмов и комплексов.

При работе современных электроприводов, широко применяемых в общепромышленных механизмах и технологических процессах, возникает ряд дополнительных задач. К числу таких задач в первую очередь относится контроль угловой скорости вращения асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором (АДКР).

Наиболее распространенными устройствами контроля параметров асинхронного электропривода являются устройства непосредственного измерения выходных координат [1, 2].

Существуют различные устройства определения угловой скорости вращения ротора:

- тахогенераторы или инкрементные датчики;
- устройства обработки показаний датчиков тока, дающие информацию о частоте пазовых пульсаций и др.

Однако применение датчиков скорости вращения не всегда возможно. Кроме этого, датчики скорости могут существенно ухудшить эксплуатационные характеристики электропривода, а необходимость совмещения датчика с механической частью электродвигателя усложняет ремонт (ревизию). Все это может привести к нежелательному усложнению самой конструкции электропривода. В связи с этим в настоящее время в электроприводах переменного тока, общепромышленных механизмов, широко востребованы устройства, позволяющие контролировать угловую скорость вращения АДКР при отсутствии датчика скорости. В этом случае необходимая информация вычисляется косвенными методами. Эти недостатки исключаются при применении устройств косвенного контроля координат [3, 4, 5, 6].

На рисунке 1 приведена блок-схема измерения угловой скорости двигателя в асинхронном электроприводе.

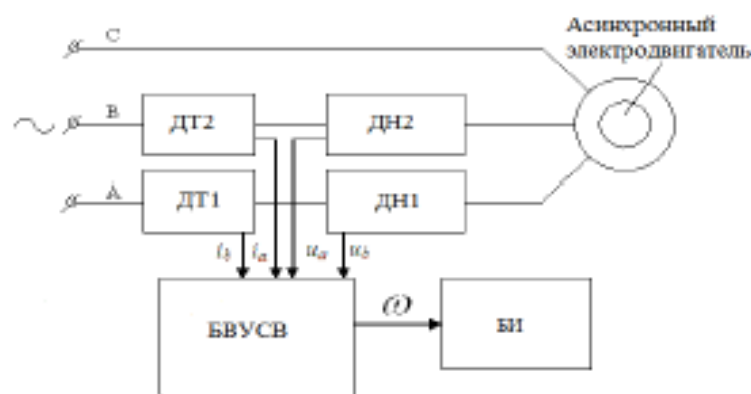


Рис. 1. Блок-схема измерения угловой скорости двигателя в асинхронном электроприводе

Для определения угловой скорости асинхронного электропривода (рис. 1) подают напряжение на асинхронный электродвигатель. В фазах А и В измеряют мгновенные значения фазных токов i_a , i_b с помощью датчиков тока (ДТ1) и (ДТ2) и мгновенные значения фазных напряжений u_a , u_b датчиками напряжения (ДН1) и (ДН2). С выхода блока вычисления угловой скорости вращения (БВУСВ) снимается сигнал, пропорциональный угловой скорости, развиваемой асинхронным электродвигателем, и выводим его на блок индикации (БИ).

В качестве датчиков тока могут быть использованы трансформаторы тока, а в качестве датчиков напряжения – трансформаторы напряжения. БВУСВ может быть реализован стандартными аппаратными средствами на основе интегральных микросхем либо с использованием микропроцессорных комплектов.

Структурная схема измерения угловой скорости вращения асинхронного двигателя (АД) приведена на рисунке 2. В состав входят следующие блоки: суммирования (Б); ввода коэффициентов (БВК); умножения (БУ); вычисления динамической дифференциальной составляющей относительного значения угловой скорости (БВДДС); вычисления динамической интегральной составляющей относительного значения угловой скорости (БВДИС); вычисления измеренного мгновенного значения угловой скорости (БВИМЗ).

С учетом измеренных фазных токов i_a , i_b и напряжений u_a , u_b , а также известных значений параметров асинхронного двигателя в результате обработки подаваемых сигналов (умножения, интегрирования и суммирования) на выходе блока БВУСВ получается требуемое значение угловой скорости.

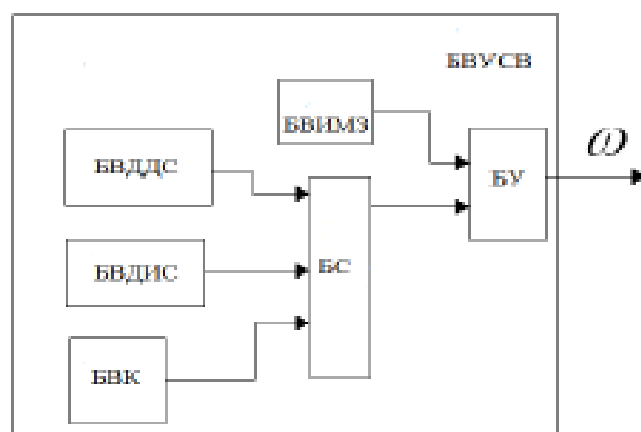


Рис. 2. Структурная схема измерения угловой скорости двигателя в асинхронном электроприводе

Таким образом, предлагаемое устройство косвенного определения угловой скорости вращения трехфазного двигателя в асинхронном электроприводе является простым по реализации и обеспечивает требуемую точность результата измерения.

Список использованных источников

1. Поталов Л. А., Юферов Ф. М. Измерение вращающихся моментов и скоростей вращения микроэлектродвигателей. - М.: Энергия, 1984.
2. Лейтман М. Б. Автоматическое измерение выходных параметров электродвигателей. М.: Энергоатомиздат, 1983. - 152 с.
3. Мельников В. Ю., Бородацкий Е. Г. Косвенный контроль координат асинхронного короткозамкнутого двиг.: Деп. В Казгос ИНТИ, Алматы. 1994. вып.1. 69 с.
4. Мельников В. Ю., Умурзакова А. Д. Косвенный метод контроля крутящего момента асинхронного электродвигателя // Материалы II междунар. науч. – практ. Конф. «Наука и образование в XXI веке: динамика развития в евразийском пространстве» (Павлодар, 2011) Павлодар, 2011. - с. 65–67.
5. Предварительный Патент РК № 18973, бюл. № 8 от 15.08.2008. Способ измерения угловой скорости вращения трехфазного асинхронного электродвигателя / В. Ю. Мельников, А. Д. Умурзакова
6. Патент на полезную модель РФ № 133314, 10.10.2013. Устройство для измерения угловой скорости вращения трехфазного асинхронного электродвигателя / А. Д. Умурзакова, Ю. Н. Дементьев

