

ОЧЕРЕТЯНЫЙ Ю.А., канд. техн. наук, доцент, **ЖИВИЦА В.И.,** д-р. техн. наук, профессор

Одесская национальная морская академия

ОНИЩЕНКО О.А., д-р. техн. наук, профессор, **ВАЙНФЕЛЬД Э.Й.,** аспирант

Одесская государственная академия холода

ТЮХАЙ Д.С., канд. техн. наук, доцент

Одесская национальная академия пищевых технологий

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОМПРЕССИОННОЙ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Первая часть статьи в общем виде рассматривает задачу создания информационно-измерительной системы, предназначенной для оценки основных параметров холодильных установок и способ её реализации на базе цифровых сигнальных процессоров. Определены технические требования для измерительных систем применительно к одноступенчатой компрессионной холодильной установке малой мощности, описано программное обеспечение, дан пример разработки, приведены результаты испытаний.

Ключевые слова: Информационно-измерительная система, Цифровой сигнальный процессор, Одноступенчатая компрессионная холодильная установка, энергетическая эффективность.

The general design concept of information-measuring system for refrigeration units, method to implement it by use of digital signal processors has been considered in part 1 of this paper. Demands for such systems applied for the small scale one stage compressor refrigeration unit have been determined, involved software has been described, also a design example and obtained test results are given.

Key words: Information-measuring system, Digital signal processor, One stage compressor refrigeration unit, Energy efficiency.

Существенный прогресс в микроэлектронике последних лет создает предпосылки для реализации идей энергетического мониторинга компрессионных холодильных установок (КХУ) с помощью специализированных микропроцессорных устройств. Определим основные требования к таким системам:

- простота и надежность;
- достоверность, оперативность и приемлемая инженерная точность;
- удобство форм и способов представления информации для пользователей разных уровней, т.е. так называемый «режим советчика»;
- возможность передачи информации, как традиционными проводными средствами, так и по радиоканалу, а также через Интернет;
- быстрый монтаж, возможность использования для различных холодильных установок;
- возможность накопления информации и проведения её анализа с целью дальнейшей технической диагностики отдельных узлов и аппаратов данной установки;
- в случае развития предаварийных и аварийных ситуаций, протоколируемая запись параметров установки и срочное информирование соответствующих служб с использованием всевозможных коммуникационных каналов.

Любая задача получения достоверной и оперативной информации о динамике основных тепловых процессов КХУ и энергетических затратах на выработку холода решается с применением информационно-измерительных систем (ИИС) [1, 2]. Известно, что тепловые процессы КХУ инерционны и имеют постоянные времени, исчисляемые сотнями секунд [3-5]. Современные ИИС не только практически недоступны рядовым исследователям, но к тому же характеризуются избыточной универсальностью и большим числом высокочастотных измерительных каналов.

Однако промышленность предлагает целый ряд высокопроизводительных и недорогих микроконтроллерных комплектов, имеющих встроенные периферийные 8...16 разрядные АЦП и ЦАП, что позволяет создавать простые ИИС для решения задач сбора и обработки информации для конкретной холодильной установки. Эти контроллеры: а) универсальны; б) основаны на цифровых сигнальных процессорах (DSP); в) обычно ориентированы на выполнение задач управления электродвигателями различного типа, обработки видеоинформации, обеспечения устройств связи и других. Свойство универсальности таких устройств позволяет простыми средствами использовать их для сбора и обработки измерительной информации от аналоговых и дискретных датчиков экспериментальных образцов КХУ. Таким образом, поскольку для КХУ нет повышенных требований к точности измерений (до $\pm 0,5$ °С), а процессы характеризуются высокой инерционностью, создание ИИС на основе DSP существенно упрощается и сводится к решению инженерных задач.

Основные требования для ИИС КХУ были сформулированы следующим образом.

1. Необходимы: три аналоговых входа для измерения температур, для возможности измерения давлений или иных параметров – еще три дополнительных аналоговых входа, следует также предусмотреть возможность измерения тока, напряжения (два входа) и три-шесть дискретных нормированных входа, отслеживающих переходы КХУ в соответствующие режимы, а также один дискретный вход, запускающий ИИС и дополнительное оборудование.

2. Минимальная допустимая частота опроса датчиков – 1 Гц при 12-ти измерительных разрядах аналогово-цифрового преобразования.

После предварительного анализа различных типов DSP-наборов, был выбран микроконтроллерный комплект на базе DSP процессора TMS320 F24x имеющий широкий набор встроенных периферийных устройств, разработанных специально для задач построения различных управляющих систем и характеризующийся невысокой отпускной ценой (около 20 долл. США). В комплект контроллера входит полнофункциональная версия программной среды Spectrum Digital для отладки TMS320 F243, позволяющая подготовить работоспособную ассемблерную программу [2].

Микроконтроллер установлен на дополнительную печатную плату, выполняющую функции буферизации (гальванической развязки) сигналов ввода-вывода и создания цепей стабилизированного питания (рис. 1). На ней расположены 16 соединительных клеммников для подключения датчиков (8 каналов

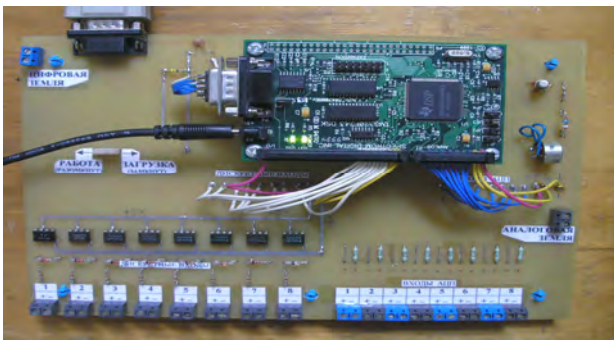


Рис. 1. Плата разработанной информационно-измерительной системы на основе DSP процессора

дискретных входов с гальванической развязкой и диодной защитой, и 8 каналов аналоговых защищенных низкоомных входов), клеммники общей и цифровой “земли”. Соединение платы с персональной ЭВМ осуществляется через COM-порт.

Пределы измерений аналоговых каналов рассчитаны для стандартного диапазона 0...20 мА, а дискретные каналы – на подачу напряжения +12 В или +24 В. Их использование весьма удобно в тех случаях, когда нет необходимости производить измерения постоянно, а лишь при включении определенных устройств установки и учета различных технологических команд.

Программное обеспечение (ПО) контроллера содержит стандартную среду Code Explorer (Digital Logic), позволяющую загружать программу пользователя в оперативную память (ОЗУ) контроллера, запускать ее на выполнение и проводить отладку во взаимодействии с записанной в флеш-память DSP программой-монитором.

Разработанная ассемблерная программа для DSP контроллера эмулирует, в части внешнего интерфейса, связь с компьютером по протоколам обмена с модулями серии ADAM фирмы Advantech. Каналы аналогового ввода соответствуют одноканальным модулям аналогового ввода ADAM-4011 или ADAM-4012 с представлением информации в виде четырехразрядного шестнадцатеричного числа. Максимальное измеренное значение сигнала аналогового канала измерения представляет собой шестнадцатеричное число 0x9FD8H (40920 в десятичном исчислении). В результате длительных испытаний ИИС, разработанное ПО контроллера дополнено программной аппаратной фильтрацией для подавления помех промышленной частоты (50 Гц).

Разработанная программа, [2] загружается в ОЗУ, а содержимое ПЗУ остается неизменным; подключается контроллер через дополнительный разъем. Такое решение продиктовано, с одной стороны, возможностью дальнейшего усовершенствования ИИС, а с другой – является безопасным в отношении программирования, поскольку ошибочные изменения программы, прошитой во флэш-памяти, могут привести к полной утрате ПО примененного микроконтроллера.

Значения измерений передаются от платы на COM-порт Windows-ориентированной ЭВМ, где обрабатываются свободно распространяемой программой SCADA VisiDAQ фирмы Advantech, специально предназначенной для построения распределенных систем сбора данных и управления технологическими процессами малой и средней сложности. Оболочка VisiDAQ включает в себя встроенную среду программирования на языке сценариев, совместимом с Visual Basic for Applications (VBA), что унифицирует процесс реализации алгоритмов обработки и анализа данных, а также

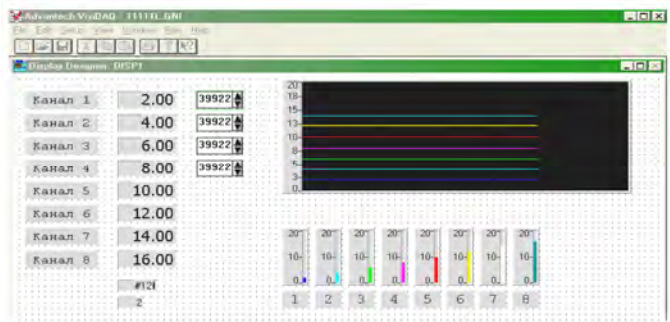


Рис. 2. Графический интерфейс среды обработки информации VisiDAQ (пример измерений по 8-ми аналоговым каналам)

является мощным средством адаптации пакета к требованиям прикладной задачи измерений. В нашем случае VisiDAQ получает по COM-порту значения измерений в виде шестнадцатеричных чисел и, после ряда преобразований, они в десятичной форме выводятся на монитор в виде полосковых индикаторов, а также в графическом виде (рис. 2).

Редактор форм отображения VisiDAQ позволил создать графические формы пользовательского интерфейса – путем выбора встроенных элементов отображения. Кроме вывода на экран монитора, производится запись значений измерений в лог-файл – в виде столбцов по каждому измерительному каналу, что позволяет обрабатывать накопленные результаты измерений другими математическими приложениями (например, MS Excel или Open Office Calc).

После ряда испытаний ИИС [2, 6, 7], с помощью среды VisiDAQ осуществлена программная калибровка измерительных каналов. При этом откалиброванные значения сохраняются для использования в следующих измерительных сессиях, а элемент калибровки имеет возможность изменения пределов, изменения значений шага и точности отображаемого числа. Кроме того использовался, предоставляемый VisiDAQ, набор типовых математических операций. Все арифметические и логические функции выполняются в реальном времени. Апробация ИИС проводилась на бытовом холодильном приборе (БХП) и позволила записывать и обрабатывать значительные массивы информации, характеризующие энергетические и тепловые процессы БХП [6, 7]

Выводы

Основные возможности ИИС использованы при оценке удельного расхода электроэнергии и экспериментах с БХП и бытовым кондиционером, при измерениях мгновенных и средних значений потребляемой компрессором активной мощности. Установлено, что максимальную частоту опроса всех 16-ти датчиков, обеспечивающую устойчивую работу всей измерительной системы, можно ограничить на уровне 15-20 Гц.

Механизм выполнения и синхронизации всех задач, реализованный в среде VisiDAQ, обеспечил полный контроль за выполнением функций сбора измерительных данных. Поскольку сбор данных начинается сразу же после запуска измерительной стратегии на исполнение и функционирует в заданном режиме, вся ИИС может функционировать автономно. Сбор данных может быть инициирован или остановлен вручную либо - при достижении каким-либо параметром предварительно заданных граничных значений, при фиксации определенного события или при достижении предварительно заданной скорости изменения какого-либо параметра.

Установлено, що можливості DSP-контролера дозволяють производити будь-які переключення в холодильній установці, наприклад, в разі аварійної ситуації, її відключити. Вбудована функція масштабування функціонального блоку «аналоговий вхід», дозволила виконати перетворення шкал контролюваних параметрів до потрібним фізичним одиницям і діапазонам вимірювання.

Апробація розробленого ІІС на базі DSP TMS320 F243 фірми Texas Instruments спільно з SCADA середовищем VisiDAQ фірми Advantech показала його надійну роботу

і низьку чутливість до шумів.

Во другій частині статті будуть описані результати включення в склад ІІС підсистеми діагностики, показують оператору параметри (тиск, температура, струм і т.д.), відхиляються від норми, можливі причини подібних відхилень і конкретні дії персоналу обслуговуючого КХУ, які необхідно виконувати для усунення пошкоджень холодильної установки, зменшення (виключення) витрат на її ремонт і експлуатацію.

Поступила 11.2011

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Загоруйко, В.А. Судова холодильна техніка [Текст] / В.А. Загоруйко, А.А. Голиков. – К.: Наукова думка, 2000. – 607 с
2. Онищенко, О.А. Інформаційно-вимірний комплекс для оцінки енергетичної ефективності холодильних установок на основі середовища VisiDAQ [Текст] / О.А. Онищенко, А.М. Приходько // Вісник КДПУ. – 2002 (12). – №1. – С. 301-303.
3. Живица, Ю.В. Моніторинг і енергозберігаюче управління для поршневих холодильних компресорів [Текст] / Ю.В. Живица, І.Г. Чумак, О.А. Онищенко // Холодильна техніка і технологія. – 2006. – № 5(103). – С. 12–18.
4. Ленгли, Б. Справочник по усуненню несправностей в обладнанні для кондиціонування повітря і в холодильних установках [Текст] / Б. Ленгли, пер. з англ. М.Б. Розенберг – М.: Агропромиздат, 1986. – 176 с.
5. Варбанець, Р.А. Діагностичний контроль робочого процесу судових дизелів в експлуатації. [Текст] / Р.А. Варбанець – автореф. дисс. на соиск. уч. степ. докт. техн. наук. - Одеса: 2010. – 36 с.
6. Онищенко, О.А. Оцінка енергетичних витрат на виробку холоду побутовим холодильним пристроєм [Текст] / О.А. Онищенко // Вісник КДПУ ім. М. Остроградського. – 2007. – № 3(44), ч. 1. – С. 106-110.
7. Онищенко, О.А. Методика ідентифікації електричного холодильного коефіцієнта малих холодильних установок в режимах регульованої холодопродуктивності [Текст] / О.А. Онищенко // Холодильна техніка і технологія. – 2008. – №4(114). – С. 81-85.

ПІДСУМКИ КОНКУРСУ НА КРАЩІ ДИПЛОМНІ ПРОЕКТИ (РОБОТИ) ТА КВАЛІФІКАЦІЙНІ РОБОТИ ВИПУСКНИКІВ ОНАХТ 2011 р

До Вашої уваги анотації кращих дипломних проектів (робіт) випускників, що навчалися за освітньо-кваліфікаційними рівнями: спеціаліст, магістр.

Дипломні проекти (роботи)	Кваліфікаційні роботи
<p>Спеціальність: 7.091.702 - технологія хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів Кафедра - Технологія хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів Студент 5 курсу: Кірющенко Н.А. Тема: «Розширення виробництва житньо-пшеничних сортів хліба на заварці на хлібозаводі №4 ВАТ "Одеський коровай" шляхом впровадження спеціалізованої лінії подового хліба» Керівник - доц. Пшенишнюк Г.Ф. Актуальність і завдання дипломного проекту (роботи): на основі маркетингових досліджень ринку хлібобулочних виробів в м. Одесі, виявлено дефіцит житньо-пшеничних сортів хліба з покращеним складом рецептури. З метою інтенсифікації тісто приготування, покращення харчової цінності та подовження терміну зберігання виробів і економії вихідної сировини (в першу чергу житнього борошна) запропонована інноваційна технологія житнього хліба з використанням однофазного способу тістоприготування, концентрованих молочно-кислих заквасок і житніх борошняних заварок. запропонована інноваційна технологія житньо-пшеничних сортів хліба з поліпшеним складом рецептури. На підставі розрахунку економічних показників доведена інвестиційна привабливість даного проекту. Характеристика роботи: структура проекту складає 9 розділів, обсягом 172 сторінки. Креслення (графічна частина проекту) складає 11 листів формату А-1.</p>	<p>Спеціальність: 8.091.702 - технологія хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів Кафедра - Технологія хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів Студент 5 курсу: Ковпак Ю.В. Тема: «Розробка технології хліба з дискретним використанням житніх заквасок спонтанного бродіння» Керівник - доц. Пшенишнюк Г.Ф. Актуальність та завдання кваліфікаційної роботи: Наукова магістерська робота направлена на вирішення однієї з найважливіших на сьогоднішній день задач хлібопекарської галузі – розробку інтенсивної технології хлібобулочних виробів з використанням житнього борошна, яка дозволяє суттєво покращити харчову цінність щоденного раціону усіх верств населення та подовжити термін зберігання свіжості хліба. Об'єктом дослідження була технологія виробництва житньо-пшеничного хліба на житніх заквасках спонтанного бродіння. Запропонована інноваційна технологія житньо-пшеничного сорту хліба на заквасках спонтанного бродіння, виконані усі технологічні та інженерні розрахунки, запропонована потокова міні-лінія. Характеристика роботи: розрахунково-пояснювальна записка має 7 розділів із загальним обсягом 140 сторінок друкованого тексту, графічна частина роботи складає 11 аркушів формату А-1.</p>
<p>Спеціальність: 7.091.702 - технологія хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів Кафедра - Технологія хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів Студентка 6 курсу: Переверзева Т.І. Тема: «Розширення виробництва ПП «Південь» з будівництвом цукеркового цеху по альтернативному варіанту №1» Керівник - доц. Коркач Г.В.</p>	<p>Спеціальність: 8.091.702 - технологія хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів Кафедра - Технологія хліба, кондитерських, макаронних виробів і харчоконцентратів Студент 5 курсу: Бистріка І.В. Тема: «Розробка технологій безглютенних бісквітних напівфабрикатів» Керівник - д-р. техн. наук, проф. Іоргачова К.Г.</p>