

blowing devices by video images of gas-liquid interaction in technological unit.

Practical value. Research results are applied in developing schemes and blowing modes for out-of-furnace metal working in hot-metal ladle cars.

Keywords: *iron making, blowing into liquid, video image processing, tuyere, oscillations, frequency*

Рекомендовано до публікації докт. техн. наук В.І. Корсуном. Дата надходження рукопису 23.12.13.

УДК 681.5:621.317

В.В. Овсяников

Государственное высшее учебное заведение „Национальный горный университет“, г.Днепропетровск, Украина, e-mail: ovsyaniikov.ngu@mail.ru

ІНФОРМАЦІОННЕ ОБЕСПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ КАЧЕСТВОМ ТОПЛИВА ДЛЯ ТЕПЛОВИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

V.V. Ovsyanikov

State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnipropetrovsk, Ukraine, e-mail: ovsyaniikov.ngu@mail.ru

INFORMATION PROVISION OF POWER-PLANT FUEL QUALITY CONTROL SYSTEM

Цель. Создание системы информационного обеспечения для управления качеством топлива на тепловых электростанциях или других теплогенерирующих объектах с целью повышения энергетической эффективности и экономичности их работы.

Методика. Разработана техническая схема и алгоритм работы программного обеспечения системы диагностики показателей качества топлива для тепловых электростанций и других теплогенерирующих объектов. Предложено программное обеспечение для микроконтроллера и ЭВМ, которое позволяет определять показатели качества топлива с учетом особенностей используемой микроволновой автоматизированной измерительной аппаратуры. Выполнены испытания разработанной системы диагностики удельной теплоты сгорания топлива на тепловой электростанции двумя различными способами в специализированной лаборатории и третьим – на конвейере с углем.

Результаты. Обоснован выбор идеологии построения информационного обеспечения системы для определения показателей качества топлива, включающего аппаратную базу вместе с соответствующим программным обеспечением. В результате испытаний и вероятностно-дисперсионной оценки всех влияющих факторов, погрешность определения удельной теплоты сгорания топлива в специализированной лаборатории предприятия двумя различными способами находится в пределах 5–8% при затрате времени на исследование одной пробы от 15 до 30 минут, а при контроле удельной теплоты сгорания топлива в режиме реального времени на конвейере третьим способом – погрешность полученных результатов возрастает и составляет от 10 до 20%.

Научная новизна. Впервые предложена структура, аппаратная база, алгоритм работы и программное обеспечение информационной системы, которая позволяет определять значения показателей качества топлива на тепловых электростанциях и других теплогенерирующих объектах с использованием микроволновой автоматизированной измерительной аппаратуры. Предложено три новых способа применения измерительной аппаратуры в системе информационного обеспечения, которые имеют улучшенные показатели точности и времени при определении значений удельной теплоты сгорания топлива.

Практическая значимость. Применение на предприятиях предложенной системы информационного обеспечения, апробированной в специализированной лаборатории теплоэлектростанции, позволит повысить точность и сократить время определения значений параметров качества топлив и, тем самым, повысить энергетическую эффективность и экономичность работы теплогенерирующих объектов.

Ключевые слова: *система информационного обеспечения, тепловые электростанции, удельная теплота сгорания топлива, аппаратное и программное обеспечение*

Постановка проблемы. В настоящее время для обеспечения работы теплоэлектростанций (ТЭС) и других теплогенерирующих объектов, в основном, применяются такие виды топлива как уголь, природный газ и нефть. Для обеспечения необходимого режима горения, эти компоненты зачастую используют-

ся одновременно в определенном соотношении. Одной из основных характеристик качества топлива для тепловых электростанций или других теплогенерирующих объектов является удельная теплота сгорания (УТС). Величина удельной теплоты сгорания топлива оказывает значительное влияние на процесс горения и генерирование тепла. Поэтому, перед загрузкой в топку, определение УТС топлива с максимально возмож-

ной точністю і в мінімальні строки являється актуальною проблемою настоящего времени, решение которой позволит повысить энергетический потенциал и экономичность теплогенерирующих объектов. Также имеет место значительная разница в стоимости топлива, которая, несомненно, подлежит учету. Для управления процессом подготовки топлива предложено рассмотреть методы учета УТС каждого компонента топливной смеси и его стоимость за единицу массы.

Выделение нерешенной проблемы. Основным недостатком управления процессом приготовления горючей смеси топлив с требуемыми показателями качества является отсутствие в системе управления оперативной и достоверной информации об УТС ее компонентов. Ученые В.Я. Рижкин, Е.С. Кричевский, А.Г. Волченко, Б.С. Белосельский, Б.С. Вдовиченко, А.А. Авдеева, В.В. Клоев и др. в 60-х–80-х годах прошлого столетия разработали методы построения теплоэлектростанций и других энергогенерирующих объектов, а также принципы их работы и контроля качества топлива, например, инфракрасными, нейтронными, тепловыми, радиационными, электрическими и другими способами. При этом радиационные измерители зольности в 90-х годах уже были установлены на ряде шахт ОАО „Павлоградуголь“. Однако, ввиду их недостаточной экологической чистоты и других недостатков, в лабораториях ТЭС контроль УТС до настоящего времени выполняется традиционными методами в соответствии с действующими государственными стандартами. Например, измерение УТС топлив производится калориметрическим методом, при котором на каждое измерение, к сожалению, требуется несколько часов. С учетом положительных и отрицательных факторов известных методов, в данной работе предложен микроволновый (СВЧ) метод диагностики УТС топлив, который обеспечивает систему управления ТЭС своевременной достоверной информацией и является экологически чистым, что важно для персонала в производственных условиях. При этом данный СВЧ метод не всегда заменяет указанные выше традиционные методы, однако дополняет их и значительно сокращает время на диагностику качества топлив для управления процессом подготовки горючей смеси. В разработку основных принципов этого метода большой вклад внесли как отечественные ученые А.А. Брандт, В.А. Викторов, Б.В. Лункин, А.С. Совлуков, В.В. Никольский, так и зарубежные: Ш.Б. Надь (Венгрия), А.Ф. Харвей (США) и др.

Анализ последних исследований. Предыдущие исследования СВЧ методов контроля качества веществ (топлив) приведены в работах [1–3], в которых рассмотрены вопросы корреляционной зависимости между зольностью, влажностью и УТС топлив (угля) и его электромагнитными параметрами, такими как коэффициент отражения, коэффициент стоячей волны по напряжению, коэффициент ослабления и комплексная диэлектрическая проницаемость топлива в диапазоне СВЧ. В результате исследований были предложены три новых метода для определения параметров качества топлив. Рассмотрены возможные технические схемы

аппаратного построения комплекса и выполнены экспериментальные проверки предложенных методов. В проведении исследований, направленных на диагностику качества топлив, работают и другие организации, например, в 2003–2006 гг. организацией ООО „Комета“ создан и установлен на ряде шахт Украины комплекс радиационного мониторинга зольности углей (МКУ), а в 2007 году Институт обогащения твердого топлива и Институт физико-технических проблем Федерального агентства по атомной энергии России создали и внедрили на предприятиях России микроволновый влагомер и радиационный измеритель зольности. Однако, как и отмечалось выше, применение радиационных методов ухудшает экологическую обстановку, что нежелательно для применения в производственных условиях.

Выделение нерешенной ранее части общей проблемы. В ранее известных работах [1–3] не были полностью решены вопросы создания аппаратного и программного обеспечения (ПО) информационной системы диагностики для автоматизации процесса подготовки горючей смеси на ТЭС. Также не были проведены анализ результатов и оценка погрешностей для предложенных вариантов обеспечения контроля УТС информационной системой. Эти проблемы подлежат решению.

Формулирование цели работы. С целью повышения энергетической эффективности и экономичности тепловых электростанций и других теплогенерирующих объектов необходимо оптимизировать управление показателями качества сжигаемой смеси топлив на основе использования новой системы информационного обеспечения, в состав которой входит оборудование СВЧ диагностики и дискретная вычислительная аппаратура с соответствующим ПО. Аппаратное обеспечение должно базироваться на современных приборах и новых для данной области промышленности методах СВЧ измерений. В результате анализа новых научных исследований [4, 5] найдены пути решения задачи оптимального управления процессом приготовления горючей смеси.

Изложение основного материала. Для решения поставленной задачи оптимального управления показателями качества сжигаемой смеси топлив предложена техническая схема (рис. 1) системы контроля и управления качеством топлива (СКУК), которая основана на применении перспективного микроволнового метода измерения электромагнитных параметров топлива. Из известных методов он обеспечивает наибольшую точность, оперативность измерения и экологическую чистоту.

Согласно схеме на рис. 1, компоненты топливной смеси (ТС) подлежат контролю микроволновыми датчиками (МД), которые подключены к аналоговому измерительному устройству (ИУ) системы диагностики качества топлива (СДКТ). С выхода ИУ аналоговый информационный сигнал поступает на вход микроконтроллера (МК), где происходит преобразование изменяющегося во времени напряжения в дискретные пакеты данных с дальнейшей передачей в электронно-вычислительную машину (ЭВМ) для обработки, хране-

ния и вычисления показателей качества исследуемого топлива.

Результаты диагностики в цифровом виде поступают от СДКТ в систему управления качеством топлива (СУКТ), которая формирует оптимальные управляющие команды для исполнительных механизмов (ИМ), которые, в свою очередь, воздействуют на топливо T . В алгоритм работы СУКТ включена модель для определения оптимального значения массы каждого компонента смеси топлив с учетом их характеристик качества и стоимости.

Для реализации схемы (рис. 1) необходимо создание СДКТ с точной, достоверной и оперативной диагностической компонентой смеси топлив. Предложено три способа определения значений УТС топлив в зависимости от условий производства, необходимой точности полученных результатов и затрат времени на диагностику.

Первый способ основан на СВЧ измерениях электромагнитных параметров топлива с применением измерительной линии и нового метода обработки результатов [2]. Второй способ предусматривает применение СВЧ измерителя КСВН и ослабления для автоматического сканирования в определенном частотном диапазоне с последующим применением нового метода обработки результатов [3]. Отличие третьего способа от первого и второго заключается в особенностях конструкции МД, схемы подключения СВЧ компонентов к измерителю КСВН, ослабления и применения нового

метода обработки результатов. Третий способ позволяет производить СВЧ измерения в режиме реального времени движущегося на небольшом расстоянии от МД топлива. Например, при движении угля на конвейерной ленте или топочного мазута в трубопроводе [3]. При измерениях первым и вторым способом исследуемое топливо заключено неподвижно в МД, который выполнен в виде отрезка волновода (волноводный метод), или в измерительном резонаторе (резонаторный метод). С применением современной аппаратуры такой способ обеспечивает относительно высокую точность полученных результатов с относительной погрешностью порядка 5–8% (таблица).

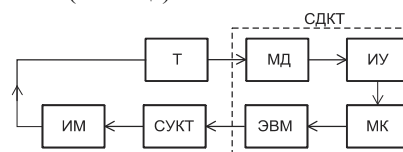


Рис. 1. Техническая схема системы контроля и управления качеством топлива для тепловых электростанций: T – исследуемые компоненты смеси топлив; МД – микроволновые датчики качества; ИУ – микроволновое аналоговое измерительное устройство; МК – микроконтроллер; ЭВМ – электронно-вычислительная машина; СУКТ – система управления качеством топлива; ИМ – исполнительные механизмы

Таблица

Сравнительная оценка погрешностей и затрат времени для трех способов диагностики УТС топлив

№ п/п	Виды погрешностей	Измерительная линия (КСВН, фаза, КДП, УТС)		Измеритель КСВН и ослабления (КСВН, КДП, УТС)		Измеритель КСВН и ослабления (Т, дБ, УТС)	
		Лаборатория ТЭС		Лаборатория ТЭС Новый метод обработки данных		Конвейер ТЭС Новый метод обработки данных	
		Традиц. метод обработки данных	Новый метод обработки данных	Прибор P2	Прибор P2М	Прибор P2	Прибор P2М
1.	Погрешность СВЧ измерений проб $\Delta_{изм}$ при калибровке или определении УТС (паспортные данные аппаратуры, %)	7	3	21	5	15	7
2.	Суммарная погрешность определения УТС топлива	10,1	4,9	29,7	7,3	21,7	11,1
3.	Среднее время измерения УТС одной пробы топлива	20 мин	20 мин	15 мин	15 мин	В режиме реального времени	

При диагностике топлив первым и вторым способами, затраты времени на диагностику одной пробы, с учетом подготовительных операций, не превышают 20–30 минут. Для сравнения отметим, что при определении УТС известным колориметрическим методом в лаборатории ТЭС расходуется гораздо больше времени (3–4 часа). СВЧ аппаратуру для первого и второго способов диагностики предложено размещать в лаборатории ТЭС (горно-обогажительного комбината или металлургического завода), где измеряются необходимые параметры качества топлив физико-химическими методами. Обеспечить автоматическое управление технологическим процессом подготовки смеси топлив при диагностике этими способами в режиме реального времени не всегда представляется возможным.

Третий способ оценки качества топлива основан на измерениях значений одного из модульных электромагнитных параметров топлива, а именно, коэффициента затухания волны, которая проходит через движущееся на одном или нескольких конвейерах (или в нескольких трубопроводах) исследуемое топливо. Для этого способа относительная погрешность результатов несколько выше, чем для первого и второго, и находится в пределах 12–22% (таблица). Выбор одного из трех методов диагностики для определения значений УТС топлива зависит от упомянутых выше факторов. В таблице приведены результаты оценки вероятностно-дисперсионным методом суммарной погрешности при определении значений УТС топлива с учетом всех составляющих погрешностей СДКТ. В основном,

суммарная погрешность составляет погрешности измерительного прибора, МД и методов численной обработки результатов измерений.

Аппаратное обеспечение. При разработке блока МК для СДКТ выполнены такие условия как необходимая точность преобразования сигналов аналого-цифровым преобразователем (АЦП) и вычислений для определения параметров качества веществ в лабораторном режиме и режиме реального времени. Также необходимо учитывать особенности выходных характеристик ИУ, частоту сканирования топлива (0,08с), максимальную частоту спектра аналогового сигнала (5кГц), максимальную амплитуду (2,5В), коэффициент амплитуды (пик фактор) аналогового сигнала (10дБ). При проектировании АЦП следует также учесть такую характеристику как отношение сигнал/шум квантования (не ниже 65дБ) и скорость движения топлива на конвейере относительно МД (порядка 2,5м/с). Как показали расчеты, таким требованиям соответствует, например, 12-разрядная плата Aduc831 разработки корпорации AD США.

С учетом изложенного выше, для согласования аналогового СВЧ ИУ с платой Aduc831 МК разработаны электрические принципиальные схемы, которые позволяют корректировать уровни сигналов с целью калибровки. Плата МК связана с ЭВМ последовательным цифровым каналом типа RS. Для МК на базе Aduc831 разработано ПО, которое состоит из двух основных частей: ПО для АЦП Aduc831 и ПО для обмена информационными пакетами данных МК с ЭВМ.

Алгоритм и программное обеспечение. Программное обеспечение в МК загружается из ЭВМ через последовательный порт и создает в плате Aduc831 конфигурацию в виде двухканального измерителя, который работает с частотой дискретизации 1000Гц и обеспечивает формирование пакетов 12-разрядных данных, состоящих из 192 отсчетов по каждому каналу за один цикл измерений.

Загрузка ПО в МК (рис. 2) осуществляется встроенным в ПО ЭВМ загрузчиком на скорости 9600бит/с, а передача информационных данных от МК в ПО ЭВМ, после запуска СДКТ, производится на скорости 115200бит/с.

Работает ПО СДКТ следующим образом. При СВЧ измерениях параметров топлива, с выхода ИУ по двум каналам поступает информационный аналоговый сигнал на входы АЦП. Далее ПО МК организована оцифровка значений одного отчета по обоим каналам с последующим формированием и передачей в ПО ЭВМ пакета дискретных данных через последовательный порт. Общее время одного цикла преобразования и передачи измеренных результатов составляет, приблизительно, 0,25 секунды (0,2с – аналого-цифровое преобразование всех данных зависимости и 0,05с – их передача в ЭВМ). Временная диаграмма процессов, проходящих в течение одного отсчета таймера ПО МК, приведена на рис. 3.

Задающий таймер контроллера работает с частотой 1000Гц, а время развертки пилообразного синхронизирующего сигнала, в соответствии с документацией к

прибору ГКЧ 53, составляет 0,08с. В связи с этим на одну развертку ИУ приходится $0,08/0,001=80$ отсчетов. Для того, чтобы зафиксировать полную картину сигнала, необходимо учесть, по меньшей мере, два периода развертки: $0,16/0,001=160$ отсчетов. Учитывая, что в генераторе микроволнового ИУ, как правило, имеют место шумы различного происхождения, которые негативно влияют на стабильность значения времени развертки сканирования, целесообразно увеличить число точек отсчетов со 160 до 192, что соответствует до 2,5 разверток синхронизирующего сигнала ИУ (рис. 4).



Рис. 2. Схема взаимодействия ПО ЭВМ и МК

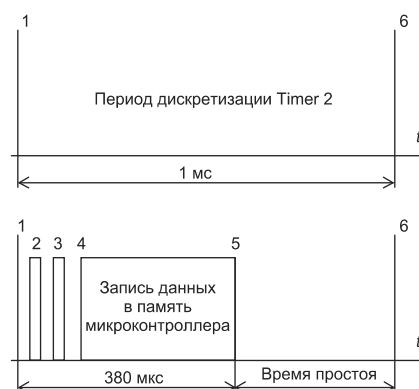


Рис. 3. Временная диаграмма работы ПО МК: 1 – запуск Timer 2; 2 – запуск АЦП первого канала; 3 – запуск АЦП второго канала; 4 – начало записи данных в память МК; 5 – конец записи данных в память МК; 6 – остановка Time r2

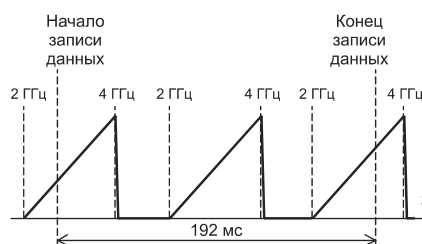


Рис. 4. Временная диаграмма записи данных канала синхронизирующего сигнала ИУ: 2 ГГц – минимальная частота СВЧ сканирования ИУ; 4 ГГц – максимальная частота СВЧ сканирования ИУ

Измеренные значения информационного канала данных строго синхронизированы во времени в каждой точке частотного диапазона с соответствующими значениями синхронизирующего сигнала.

Работа СДКТ на уровне программного обеспечения представлена на схеме рис. 5.

Информационные сигналы (рис. 5) поступают на аналоговые входы АЦП МК и после преобразования в дискретном виде сохраняются в памяти до события переполнения таймера Timer 2 – 1. Полученные из АЦП данные (4 байта, по два байта для каждого из двух каналов) хранятся во внутренней памяти МК до тех пор, пока не будет достигнуто необходимое количество отсчетов 2. Как только максимальное значение достигнуто, пакет данных ПО МК передает по линии RS в ЭВМ, а МК после завершения передачи пакета 3 начинает цикл заново 1. Компьютер подхватывает данные из потока Com-порта 4 и передает их основной программе для обработки 5. Приведенные к необходимому виду данные подхватывает программа визуализации для экрана ЭВМ 6 и устройство хранения информации для дальнейшего использования 7.

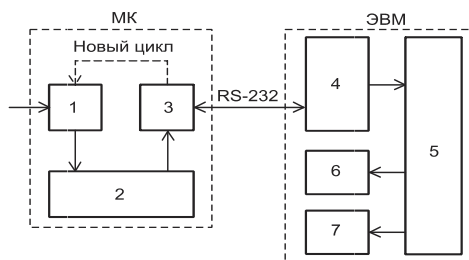


Рис. 5. Структурно-функциональная схема СДКТ на уровне ПО: 1 – таймер Timer 2; 2 – счетчик количества отсчетов; 3 – устройство приема-передачи пакетов данных МК; 4 – устройство приема-передачи пакетов данных ЭВМ; 5 – основная программа обработки данных; 6 – программа графической визуализации данных; 7 – устройство хранения информации

Программное обеспечение для ЭВМ представляет собой трехпоточное Windows-приложение. Основной поток программы инициирует запуск еще двух потоков: первый для работы с Com-портом; второй – для записи и визуализации информации в виде графиков частотных зависимостей непрерывного потока измеренных данных. В начале работы программы ЭВМ производится запуск двух дочерних потоков и производится проверка наличия на линии Com-порта подключенного МК с платой Aduc831. При удачном подключении ПО МК к ПО ЭВМ контроллер начинает передачу пакетов данных, в противном случае ЭВМ сообщает об ошибке. После успешного запуска ПО, графический интерфейс разработанной Windows-программы позволяет управление процессом измерения электромагнитных параметров топлива. Преобразование аналогового сигнала, полученного от СВЧ прибора ИУ, МК производит по двум каналам, первый канал – основной информационный, а второй служит для синхронизации, и его сигнал имеет пилообразный вид (рис. 4). Как только данные приходят в распоряжение программы, то помещаются в поток визуализации для отображения в специальном поле на вкладке окна программы в виде осциллограмм. При необходимости полученные данные сохраняются на диске для их дальнейшей обработки.

Алгоритм взаимного функционирования ПО МК и ЭВМ приведен на рис. 6.

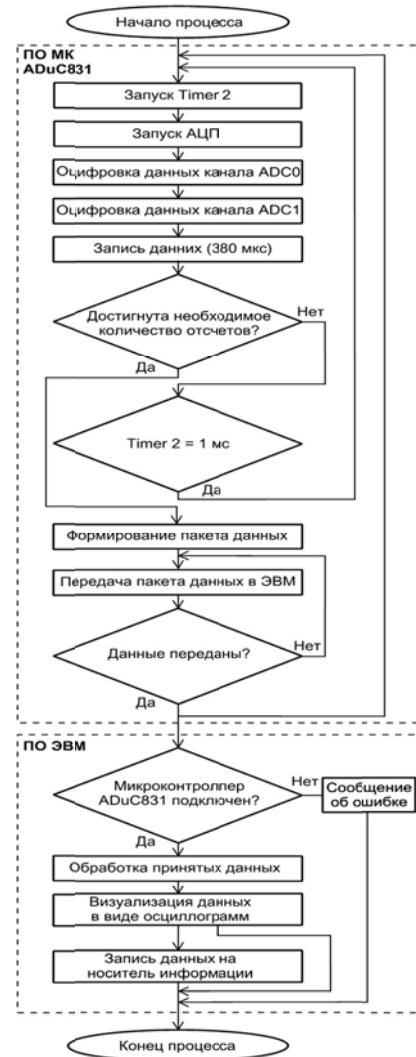


Рис. 6. Алгоритм функционирования программного обеспечения СДКТ

ПО для ЭВМ разработано на языке программирования уровня C++. В состав ПО включены фрагменты в виде подпрограмм, каждая из которых выполняет требуемые функции. Совокупность этих фрагментов и составляет полный функциональный набор программного обеспечения, который представляет результаты измерений в необходимом виде для дальнейшего использования, хранения и отображения информации в виде графиков или таблиц. ПО для СДКТ разработано в среде C++ Builder. Основные функции разработанного ПО это: прием и запись в память ЭВМ полученных от МК пакетов данных для создания эталонных таблиц известных проб топлива; прием и запись в память ЭВМ полученных от МК пакетов данных для контролируемых неизвестных проб топлива; отображение полученных от МК пакетов данных в однократном, непрерывном и режиме синхронизации, а также эталонных таблиц известных проб топлива из таблиц памяти ЭВМ; контроль работы МК и связи МК с ЭВМ. Рассмотрим на примере совместную работу ПО МК и ЭВМ.

Работа с программным обеспечением. Меню окна программы состоит из следующих разделов (рис. 7):

1) раздел „Файл“. Данный раздел позволяет произвести загрузку ПО в МК, сохранить или открыть ранее сохраненную зависимость сигнала;

2) раздел „Режим“. Выбор режима приема данных – однократный или непрерывный.

3) раздел „Графика“. Позволяет выполнять манипуляции с отображенной зависимостью сигнала в графическом поле.

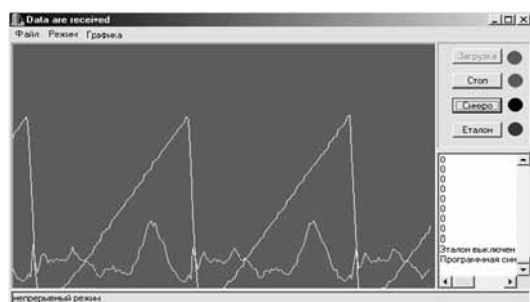


Рис. 7. Общий вид окна программы

Для начала процедуры загрузки данных ПО в МК необходимо нажать кнопку „Загрузка“. В этот момент кнопка „Пуск“ не активна. ПО проверяет наличие подключенного к Com-порту МК. Если МК подключен, то начнется его опрос, если нет – появится сообщения об ошибке. После отображения на информационной панели всех необходимых сообщений о рабочем состоянии МК, что означает успешный запуск подпрограмм и готовность СДКТ к началу работы. После нажатия кнопки „Пуск“ ПО ЭВМ начинает непрерывный прием данных и отображение их в графическом поле (рис. 7).

При нажатии кнопки „Стоп“ прием данных будет прекращен. В окне программы видны зависимости двух сигналов, один – синхронизирующий в виде „пилы“, второй – информационный. По умолчанию программная синхронизация отключена, для ее запуска необходимо нажать кнопку „Синхро“. На рис. 7 показана работа программы в режиме синхронизации. Также ПО предусмотрены режимы однократного и непрерывного сканирования. Выбор доступен в главном меню „Режим“. При однократном режиме приема, данные в графическом поле не обновляются. Обновление выполняется при нажатии кнопки „Пуск“. В непрерывном режиме сканирования обновление данных и их отображение в графическом поле выполняется автоматически. Для записи полученной зависимости необходимо в главном меню выполнить: „Файл“ – „Сохранить зависимость“. При этом откроется диалоговое окно, в котором требуется выбрать место сохранения. Файлы с данными имеют расширения *.dat и представляют собой обычные текстовые файлы, в которых с каждой новой строки записаны значения зависимости по оси Y. Количество данных строк соответствует количеству значений частоты измерения по оси X и равно 192.

Для загрузки ранее сохраненных данных необходимо выбрать вкладку „Открыть зависимость“ из меню „Файл“. При этом данные будут загружены в па-

мять программы без отображения в графическом поле. Для отображения зависимостей необходимо нажать кнопку „Эталон“. Ранее сохраненная зависимость будет отображаться красным цветом.

На основе представленного информационного обеспечения разработаны дополнения к нему в виде подпрограмм для каждого из трех рассмотренных выше способов СВЧ диагностики параметров топлив с использованием базы данных, заблаговременно измеренных эталонных электромагнитных показателей проб. С помощью нового ПО были получены и сохранены около 250 эталонных зависимостей для углей разных марок на Приднепровской ТЭС ОАО „Дніпроенерго“ (г. Днепропетровск). База данных с полученными эталонными зависимостями была использована для определения УТС углей.

Выводы и перспективы развития направления. Разработанное информационное обеспечение позволяет выполнять оценку качества топлив как в условиях лаборатории предприятия, так и в непосредственной близости к движущему топливу на конвейерной ленте или по трубопроводу. Предложенные способы определения УТС обеспечивают различную погрешность результатов измерений при разных затратах времени на проведение диагностики. Измерения на конвейере выполняются третьим способом в режиме реального времени, однако, с меньшей точностью по сравнению с первым и вторым способами.

Перспективы развития данного направления должны быть сосредоточены на решении вопросов повышения точности и оперативности диагностики УТС топлив.

Список литературы / References

1. Мищенко С.В. Проектирование радиоволновых (СВЧ) приборов неразрушающего контроля материалов / С.В. Мищенко, Н.А. Малков – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2003. – 128 с.
Mishchenko, S.V. and Malkov, N.A. (2003), *Proektirovanie radiovolnovykh (SVCh) priborov nerazrushaushchego kontrolya materialov* [Design of Microwave (MW) Non-Destructive Testing of Materials], TGTU, Tambov, Russia.
2. Бухаров С.В. Диагностика параметров качества угля и жидких нефтепродуктов электромагнитными методами / С.В. Бухаров, Вл.В. Овсяников // Вісник НТУУ „КПІ“. Серія – Радіотехніка. Радіоапаратобудування. – 2011. – Вип. 45. – С. 120–129.
Bukharov, S.V., Ovsyanikov, V.V. (2011), “Diagnosis of quality parameters of coal and liquid petroleum products by electromagnetic methods”, *Transactions of National Technical University of Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute”*, Series Radiotechnique. Apparatus Radiobuilding, Issue 45, pp. 120–129.
3. Овсяников В.В. Алгоритм контроля и система управления энергетическими показателями топлива на тепловых электростанциях / В.В. Овсяников // Науковий вісник НГУ. – 2012. – № 3. – С. 114–119.
Ovsyanikov, V.V. (2012), “Algorithm of control and management system of power indicators of fuel on thermal power plants”, *Naukovyi visnyk Natsionalnoho hirnychoho universytetu*, no. 3, pp. 114–119.

4. Герасина А.В. Идентификация объектов управления в АСУТП рудоподготовки / А.В. Герасина, В.И. Корниенко // Научный вестник НГУ. – 2010. – № 9–10. – С. 102–106.

Gerasina, A.V. and Korniyenko, V.I. (2010), “The identification of the controlled objects in the comminution processes automated controlling system”, *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, no. 9–10, pp. 102–106.

5. Куваев В.Н. Особенности построения программного обеспечения многозадачных систем управления критичных к режиму реального времени / В.Н. Куваев, И.В. Политов // Научный журнал „РИУ“ ЗНТУ. – 1999. – № 1. – С. 71–74.

Kuvaev, V.N. and Politov, I.V. (1999), “Features of construction of the software of multitask control systems critical to a regime of a real time”, *Scientific journal “Radio Electronics. Computer Science. Control” of Zaporizhzhia National Technical University*, no. 1, pp. 71–74.

Мета. Створення системи інформаційного забезпечення для управління якістю палива на теплових електростанціях або інших теплогенеруючих об'єктах з метою підвищення енергетичної ефективності та економічності їх роботи.

Методика. Розроблена технічна схема й алгоритм роботи програмного забезпечення системи діагностики показників якості палива для теплових електростанцій та інших теплогенеруючих об'єктів. Запропоноване програмне забезпечення для мікроконтролера й ЕОМ, що дозволяє визначати показники якості палива з урахуванням особливостей використовуваних мікрохвильових автоматизованих вимірювальних пристроїв. Виконане випробування розробленої системи діагностики питомої теплоти згоряння палива на тепловій електростанції двома різними способами у спеціалізованій лабораторії, а третім – на конвеєрі з вугіллям.

Результати. Обґрунтований вибір ідеології побудови інформаційного забезпечення системи для визначення показників якості палива, що включає апаратну базу разом з відповідним програмним забезпеченням. У результаті випробувань та ймовірно-дисперсійної оцінки всіх факторів, що впливають, похибка визначення питомої теплоти згоряння палива в спеціалізованій лабораторії підприємства двома різними способами перебуває в межах 5–8% при витраті часу на дослідження однієї проби від 15 до 30 хвилин, а при контролі питомої теплоти згоряння палива в режимі реального часу на конвеєрі третім способом, похибка отриманих результатів зростає й становить від 10 до 20%.

Наукова новизна. Уперше запропонована структура, апаратна база, алгоритм роботи й програмне забезпечення інформаційної системи, що дозволяє визначати значення показників якості палива на теплових електростанціях та інших теплогенеруючих об'єктах з використанням мікрохвильових автоматизованих вимірювальних пристроїв. Запропоновані три нових способи застосування вимірювальної апаратури в системі інформаційного забезпечення, що мають поліпшені показники точності й часу при визначенні значень питомої теплоти згоряння палива.

Практична значимість. Застосування на підприємствах запропонованої системи інформаційного забезпечення, апробованої у спеціалізованій лабораторії теплоелектростанції, дозволить підвищити точність і скоротити час визначення значень параметрів якості палива й, тим самим, підвищити енергетичну ефективність та економічність роботи теплогенеруючих об'єктів.

Ключові слова: система інформаційного забезпечення, теплові електростанції, питома теплота згоряння палива, апаратне й програмне забезпечення

Purpose. For the purpose of increase of power efficacy and profitability of work of thermal power plants or other heat-generating objects, Information Management System for fuel quality control should be created.

Methodology. The engineering data sheet drawing and operating procedure for the software system of diagnostics of quality parameters of the fuel for thermal power plants or other heat-generating objects have been developed. We have suggested the software for the microcontroller and the PC which allows defining quality parameters of the fuel taking into account features of the microwave computerized measuring equipment being in use. We have tested the developed system of diagnostics of the specific heat of the fuel combustion in two ways in specialized laboratory and in the third way, on the conveyor with coal.

Findings. The choice of construction ideology of information control system for determination of the fuel quality parameters including hardware base together with the relevant software has been substantiated. Due to tests and probability and dispersing assessment of all influencing factors the error of determination of the specific heat of the fuel combustion in specialized laboratory of the enterprise in two ways ranges within 5–8% provided that the time spent on each sample is 15–30 minutes. And when controlling the specific heat of fuel combustion in real-time mode on the conveyor in the third way, the error of the received results increases and ranges within 10–20%.

Originality. For the first time the frame, hardware base, algorithm of work and the software of information system that allows us to define values of the quality parameters of the fuel for thermal power plants or other heat-generating objects with use of the microwave computerized measuring equipment have been offered. Three new methods of application of measuring equipment in system of information support which have the improved indexes of accuracy and time spent on definition of values of fuel combustion specific heat have been offered.

Practical value. Industrial use of the offered system of the information support approved in specialized laboratories of thermal power plant may increase accuracy and reduce time of definition of values of the fuel quality parameters and, thereby, increase power efficiency and profitability of heat-generating objects.

Keywords: Information Control System, thermal power plant, specific heat of combustion, hardware, software

Рекомендовано до публікації докт. техн. наук С.І. Випанасенком. Дата надходження рукопису 21.02.14.