

УДК 681.5:621.317

В.В. Овсяников

Государственное высшее учебное заведение „Национальный горный университет“, г. Днепропетровск, Украина, e-mail: works_2007@mail.ru

АЛГОРИТМ КОНТРОЛЯ И СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ТОПЛИВА НА ТЕПЛОВЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯХ

V.V. Ovsyanikov

State Higher Educational Institution "National Mining University", Dnipropetrovsk, Ukraine, e-mail: works_2007@mail.ru

ALGORITHM OF CONTROL AND SYSTEM OF MANAGEMENT OF POWER INDICATORS OF FUEL AT THERMAL POWER PLANTS

Цель. Целью работы является построение модели системы автоматизированного создания оптимальной смеси углей, жидких нефтепродуктов и газа. В результате достижения поставленной задачи появляется возможность получать оптимальные массы каждой компоненты смеси при минимальной стоимости, а также оптимальную удельную теплоту сгорания для обеспечения в топке ТЭС необходимого температурного режима.

Методика. Методы исследования основаны на измерении одного из электромагнитных параметров топлива. Это может быть комплексная диэлектрическая проницаемость или комплексные коэффициенты затухания (отражения) электромагнитной волны в исследуемом веществе, либо коэффициент стоячей волны по напряжению в СВЧ диапазоне. При этом для диагностики и идентификации качества топлива используется корреляционная связь между параметрами качества топлив с одной стороны и упомянутыми выше электромагнитными характеристиками диэлектриков (углей и жидких нефтепродуктов) с другой. Наиболее рациональными методами контроля и идентификации считаются методы оценки качества топлива по степени взаимодействия его с электромагнитной энергией микроволнового диапазона, которые и были использованы при разработке алгоритма идентификации и контроля показателей качества угля, транспортируемого на конвейерной ленте. Для оптимизации качества смеси топлива предложено применять математический метод линейного программирования. Рассмотрены полуавтоматические и автоматизированные методы идентификации и контроля качества топлива и приведена сравнительная оценка их преимуществ и недостатков.

Результаты. Предложенная система контроля качества топлива прошла испытания в реальных цеховых условиях с положительными результатами. Система управления оптимизацией количества содержания углей разных марок, жидких нефтепродуктов и газа в смеси апробирована в лабораторных условиях в режиме реального времени.

Научная новизна. Для контроля качества топлива предложены новые методы идентификации с использованием взаимодействия вещества с электромагнитными волнами в СВЧ диапазоне и алгоритм выявления одной калиброванной частотной характеристики затухания из банка данных заранее полученных зависимостей. Так же предложена математическая модель для управления параметрами смеси топлива, построенная с помощью математического метода оптимизации.

Практическая значимость. В настоящее время тепловые электростанции и тепловые электроцентрали расходуют более половины добытого в стране угля. Поэтому, в целях экономии средств, контроль и управление оптимизацией качества топлива при учёте его стоимости является весьма актуальной задачей сегодняшнего дня и имеет огромное значение для применения в народном хозяйстве.

Ключевые слова: *система управления, calorificity топлива, микроволновый диапазон, калибровочные характеристики, алгоритм контроля, целевая функция, математическое линейное программирование*

Введение и постановка задачи. В настоящее время тепловые электростанции (ТЭС) и тепловые электроцентрали (ТЭЦ) расходуют более половины добытого в стране угля. Поэтому, в целях экономии средств, контроль и управление оптимизацией качества этого топлива является весьма актуальной задачей сегодняшнего дня. Задача контроля качества угля состоит, прежде всего, в повышении точности определения параметров качества, а именно – удельной теплоты сгорания (УТС), calorificity, влажности и

т.п. [1]. Второй частью этой задачи является автоматизация процесса определения этих параметров. Для решения вышеназванных задач целесообразно применить современный сверхвысокочастотный (СВЧ) метод или, как он в последнее время называется, микроволновый метод, который позволяет повысить точность определения качества угля и автоматизировать процесс его выполнения [2–5]. После решения этих задач необходимо автоматизировать процесс оптимизации качественного состава смеси топлива перед подачей ее в топку ТЭС, используя, например, работы по оптимизации Н.Н. Моисеева, Ю.П. Ивани-

лова и Е.М. Столярова. При этом необходимо учитывать, что на ТЭС, с целью экономного расходования угля, используются смеси из двух и более компонентов различного сортамента с различной УТС и стоимостью. Тогда процедура оптимизации должна основываться на измеренных или известных заблаговременно параметрах качества углей (УТС, влажности, стоимости и других характеристиках).

Целью работы является разработка системы автоматизированного создания оптимальной смеси угля и жидких нефтепродуктов (или газа). В результате достижения этой цели получаем оптимальные массы каждой компоненты смеси при минимальной стоимости, а также минимальную УТС для обеспечения в топке ТЭС необходимого температурного режима.

Методы контроля и управления параметрами качества углей и их смесей на ТЭС. С учетом обычных метрологических принципов измерений физических величин путем сравнения результатов измерения электрического параметра с заранее известными эталонными значениями для данного вещества, процесс диагностики, идентификации и контроля качества углей и нефтепродуктов осуществляется в два этапа [2].

На первом этапе измеряется на одной или нескольких частотах микроволнового диапазона набор калибровочных (или эталонных) характеристик для различных углей и мазутов, то есть создается банк калибровочных данных для широкой разновидности этих веществ, применяемых на данном предприятии или в отрасли промышленности. Эти калибровочные характеристики будут представлять собой таблицу соответствия электромагнитных (ЭМ) характеристик данных веществ (диэлектрической проницаемости (ДП), затухания или коэффициента стоячей волны по напряжению (КСВН)) соответствующим параметрам качества: значениям УТС, влажности и т.п. Полученные результаты сохраняются в памяти ЭВМ.

На втором этапе, с использованием этого банка данных, путем сравнения калибровочных и измеренных параметров для углей и нефтепродуктов, производится диагностика и идентификация ЭМ параметров и параметров качества (значений УТС, влажности и т.п.).

Автоматизированный контроль параметров качества углей. С учетом таких свойств диагностики и контроля, как оперативность выполнения и уровень точности определения параметров качества веществ, на ТЭС могут применяться два метода контроля и идентификации, а именно – полуавтоматический и автоматический. Полуавтоматический контроль обеспечивает относительно высокую точность полученных результатов с относительной погрешностью не более 3%, но характеризуется меньшей оперативностью. Время измерения и обработки этим методом результатов для одной пробы, помещаемой в датчик качества, вместе с подготовительными операциями достигает 20–30 минут. Для сравнения отметим, что для определения параметров качества известными традиционными физико-химическими методами в специальных лабораториях ТЭС требуется намного больше времени,

3–4 часа. Тем не менее, обеспечить управление технологическим процессом при контроле качества данным полуавтоматическим ЭМ методом в режиме реального времени не всегда представляется возможным. Автоматизированный контроль имеет несколько меньшую точность определения параметров качества (относительная погрешность не более 5%), однако может обеспечить большую оперативность идентификации топлива и работу всей автоматизированной системы контроля и управления в режиме реального времени. Ниже рассмотрим применение автоматизированного контроля при транспортировке углей на конвейере или жидких нефтепродуктов по трубопроводу. Этот метод оценки качества топлива ограничивается только определением одного из модульных параметров топлива, например, затухания ЭМ волны при прохождении сквозь исследуемое вещество, не прибегая к определению его комплексной ДП. Расчет затухания ЭМ волны в угле или нефтепродукте производится методом сравнения эталонных зависимостей с текущими результатами измерений.

Для упрощения записи дальнейших выражений используем такой энергетический показатель топлива как калорийность, имея ввиду известную адекватность между применяемым выше понятием удельной теплоты сгорания УТС (кДж/кг) и калорийностью K (низшей рабочей Q'_i), ккал/кг, а именно: УТС = $4,2 \times K$ (Белосельский Б.С.). Поставим в соответствие каждый тип угля (с соответствующей его калорийностью K_i) и частотные зависимости ослабления ЭМ волны в определенном СВЧ диапазоне $T_i \in (T_1, T_2, \dots, T_M)$. Каждую частотную зависимость ослабления ЭМ волны $T(f_j, K_i)$ в данном типе угля представим в виде дискретной последовательности $\sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^M T(f_j, K_i)$, где набор дискретных частот N в порядке возрастания частоты нумеруем цифровой последовательностью $j = 1, 2, 3, \dots, N$. Назовем набор частотных зависимостей $T_K(f_j, K_i)$ – калиброванными характеристиками, которые заранее записаны в памяти ЭВМ.

Когда на входе аппаратуры определения качества угля появляется частотная зависимость, соответствующая неизвестной характеристике качества вещества K , осуществляется создание его частотной зависимости ослабления $T_H(f_1), T_H(f_2), \dots, T_H(f_N)$ в таком же дискретном частотном диапазоне $f_1, f_2, \dots, f_{N-1}, f_N$, как в зависимостях калиброванных характеристик, которые делались заранее при создании банка калиброванных характеристик.

Для выявления одной калиброванной частотной характеристики затухания $T_K(f_j, K_i)$, которая ближе из всех M характеристик, записанных в памяти ЭВМ, в данном дискретном частотном диапазоне $f_1, f_2, \dots, f_j, f_{N-1}, f_N$, к неизвестной характеристике

$T_H(f_j, K_i)$, автоматично проводиться пошук мінімуму цільових функцій $Z_i(K)$ послідовально для всіх M каліброваних характеристик. При цьому програма виконує M операцій вичислення відносних мінімумів [6]

$$\begin{aligned}
 (i=1) \quad Z_1(K) &= \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \{ (T_H(f_j) - \\
 &\quad - T_K(f_j, K_1)) / T_K(f_j, K_1) \}^2 ; \\
 (i=2) \quad Z_2(K) &= \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \{ (T_H(f_j) - \\
 &\quad - T_K(f_j, K_2)) / T_K(f_j, K_2) \}^2 ; \quad (1) \\
 (i=(M-1)) \quad Z_{(M-1)}(K) &= \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \{ (T_H(f_j) - \\
 &\quad - T_K(f_j, K_{(M-1)})) / T_K(f_j, K_{(M-1)}) \}^2 ; \\
 (i=M) \quad Z_M(K) &= \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N \{ (T_H(f_j) - \\
 &\quad - T_K(f_j, K_M)) / T_K(f_j, K_M) \}^2 ,
 \end{aligned}$$

де $T_H(f_j)$ – частотна характеристика затухання невідомого типу палива.



Рис. 1. Алгоритм работы программы идентификации и контроля калорийности топлива

В дальнейшем производится поиск минимального значения $\min Z_i(K)$. Из полученных результатов делаем вывод о том, что найденная таким образом калібрована характеристика K_i^* , с наименьшей степенью ошибки, соответствует искомой характеристике качества топлива.

Алгоритм программы автоматизированной идентификации топлива представлен на рис. 1. В соответствии с представленным алгоритмом разработана программа для ПЭВМ, которая предназначена для сравнения заранее полученных и записанных в банк эталонных зависимостей с неизвестной зависимостью и идентификации калорийности неизвестного топлива.

Система автоматизированного контроля и управления качеством топлива. На рис. 2 представлена укрупненная структурная схема системы автоматизированного процесса создания смеси (САСС) углей и жидких нефтепродуктов (или газа), транспортируемых на нескольких конвейерах и по трубопроводам.

Задачей САСС топлива (рис. 2) является идентификация и контроль качества топлива с помощью системы контроля качества топлива (СККТ) и передача информации в электронном виде в автоматизированную систему управления качеством смеси топлива (СУКТ).

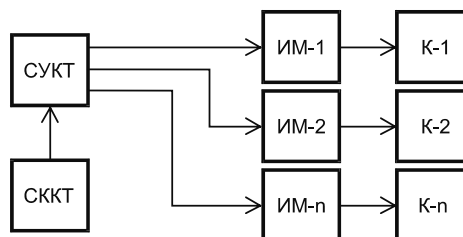


Рис. 2. Обобщенная структурная схема САСС для тепловой электростанции: СККТ – система контроля качества топлива; СУКТ – система управления качеством смеси топлива; ИМ-1, ИМ-2, ..., ИМ-n – исполнительные механизмы; К-1, К-2, ..., К-n – конвейеры подачи углей на размельчение

После этого СУКТ решает задачу оптимизации смеси топлива, то есть, в данном случае задачу определения минимальной стоимости и калорийности создаваемой смеси топлива, а также задачу определения удельной массы каждого компонента топлива с учетом заданных ограничений. Эти ограничения представляют собой некие константы, а именно стоимость и калорийность каждого компонента топлива, варианты соотношений между компонентами используемого топлива и т.п. В результате процесса автоматизированной оптимизации с помощью СУКТ получаем значения массы каждой компоненты топлива, минимальные значения стоимости и калорийности смеси топлива. Эти данные передаются на исполнительные механизмы (ИМ), которые управляют

массой каждого компонента топлива, подаваемого в единицу времени, для приготовления нужной смеси сгорания с минимальной стоимостью и поддержания заданной температуры в топке ТЭС.

При решении задачи оптимизации смеси топлива с помощью СУКТ применяем процедуру линейного программирования (работы Моисеева Н.Н. и др.), исходя из следующих соображений. Уравнение целевой функции для оптимизации удельной массы каждого из компонентов смеси, с учетом минимизации удельной калорийности (или УТС) смеси, можно записать в виде

$$f(x^k) = c_1^k x_1^k + c_2^k x_2^k + \dots + c_n^k x_n^k, \quad (2)$$

где $x_1^k, x_2^k, \dots, x_n^k$ – искомые массы компонентов смеси топлива при оптимизации с учетом калорийности каждой компоненты смеси; $c_1^k, c_2^k, \dots, c_n^k$ – калорийности или УТС каждого компонента смеси; n – количество компонентов топлива, которые составляют смесь.

Аналогично записываем уравнение целевой функции для оптимизации удельной массы каждого компонента смеси с учетом его стоимости

$$f(x^e) = c_1^e x_1^e + c_2^e x_2^e + \dots + c_n^e x_n^e, \quad (3)$$

где $x_1^e, x_2^e, \dots, x_n^e$ – искомые массы компонентов смеси топлива при оптимизации с учетом стоимости каждой компоненты смеси; $c_1^e, c_2^e, \dots, c_n^e$ – стоимость каждого компонента смеси.

Для оптимизации калорийности и стоимости смеси необходимо минимизировать функции (2) и (3), однако они неограниченны и в процессе расчетов будут стремиться к нулю. Оптимизация не имеет смысла без введения некоторых ограничений, упомянутых выше.

Изложенный метод линейного программирования предложен взять за основу автоматизированной оптимизации количества каждого компонента смеси, и определения минимальной стоимости и минимальных значений УТС смеси для различных заданных вариантов стоимости, значений УТС компонентов и условиях ограничений в любой момент времени.

На рис. 3 представлена детализированная структурная схема САСС, из которой видно, что информационный сигнал, несущий качественные характеристики об энергетических параметрах углей и жидких нефтепродуктов (или газа), поступает от датчиков качества, закрепленных над и под конвейерной лентой (или в трубопроводе), в микроволновый аналоговый прибор, работающий в автоматическом режиме.

Скорость сканирования энергетических характеристик движущегося на конвейерной ленте угля или другого топлива, транспортируемого по трубопроводу, превышает скорость движения конвейерной ленты настолько, чтобы управление качеством смеси выполнялось в режиме реального времени.

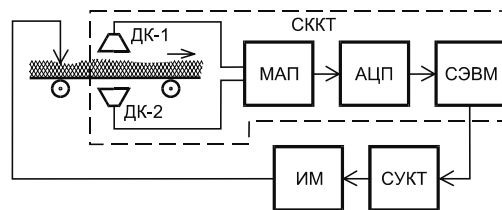


Рис. 3. Структурная схема САСС: ДК-1, ДК-2 – датчики качества угля, жидкого нефтепродукта (или газа), установленные вблизи конвейера или на трубопроводе; МАП – микроволновый аналоговый прибор; АЦП – аналогово-цифровой преобразователь; СЭВМ – специализированная ЭВМ; СУКТ – система управления качеством топлива; ИМ – исполнительные механизмы

В процессе сканирования полученная с МАП аналоговая информация об энергетических характеристиках движущегося угля или другого топлива на конвейерной ленте или транспортируемого по трубопроводу, преобразуется АЦП в цифровой 12-разрядный код, временно сохраняется и обрабатывается программой СЭВМ, в соответствии с выражениями (1) и алгоритмом, приведенным на рис. 1. Последовательность определения неизвестного параметра качества топлива, например, калорийности, производится в порядке, соответствующем последовательности вычислений компьютерной программы. При этом применяется принцип почастотного сравнения всех имеющихся в памяти ЭВМ эталонных зависимостей с новой неизвестной ранее зависимостью, которая соответствует искомому параметру качества топлива, например, калорийности. Ниже приведена одна из вкладок, которые возможно наблюдать на экране монитора в процессе испытания программы в полуавтоматическом режиме.

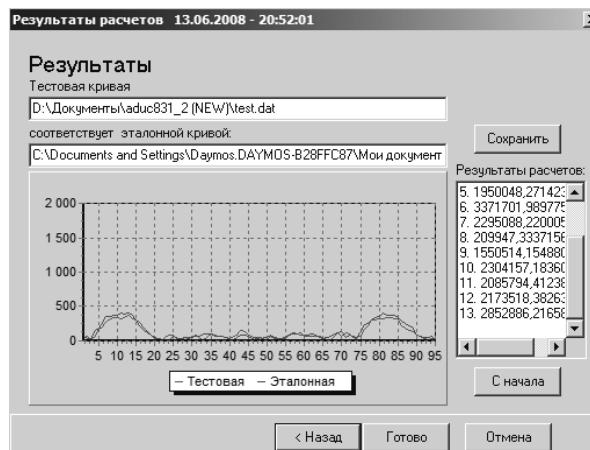


Рис. 4. Результаты сравнения и выбора одной из эталонных зависимостей из общего массива эталонных кривых

На рис. 4 приведена вкладка, соответствующая результатам сравнения эталонной и полученной в результате измерений зависимостей. Из этих результатов определяется относительное расхождение двух сравниваемых зависимостей и, следовательно, относитель-

ная погрешность определения calorificity того топлива, которое имеет эту неизвестную зависимость.

После идентификации энергетических характеристик топлива информация о них в цифровом коде передается в СУКТ, где выполняется процесс оптимизации качества смеси топлива в соответствии с выражениями (2) и (3). Дальнейшие действия САСС рассмотрены при описании обобщенной структурной схемы (рис. 2).

На рис. 5 представлена схема взаимного размещения датчиков качества угля и другой аппаратуры для случая транспортировки топлива на конвейерной ленте в реальных производственных условиях.

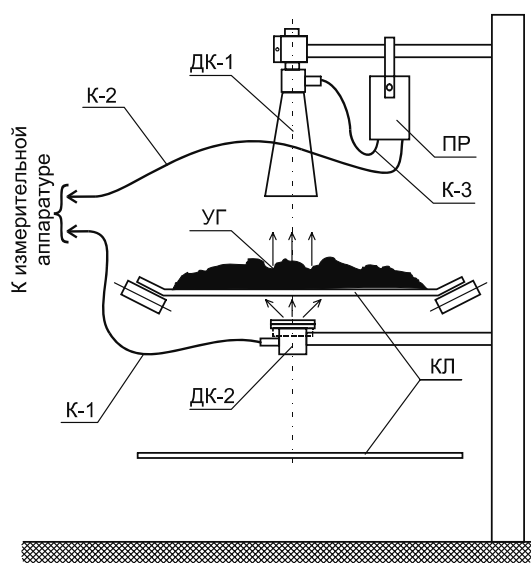


Рис. 5. Схема размещения датчиков и другой аппаратуры идентификации и контроля качества угля вблизи конвейерной ленты: ДК-1, ДК-2 – датчики качества угля; УГ – диагностируемый уголь на конвейерной ленте; КЛ – конвейерная лента; ПР – блок преобразования СВЧ сигнала в низкочастотный (НЧ) сигнал; К-1, К-2 – СВЧ и НЧ коаксиальные кабели, соответственно, соединенные с МАП, который установлен в диагностической лаборатории на расстоянии 10–15 метров от конвейерной ленты; К-3 – межблочный СВЧ кабель

Эти датчики и блок преобразования ПР являются составной частью СККТ (рис. 2 и рис. 3).

Выводы. В статье рассмотрены полуавтоматизированный и автоматизированный методы идентификации и контроля энергетических показателей топлива (углей, жидких нефтепродуктов, газа). Приведены сравнительные характеристики этих методов. Предложен алгоритм автоматизированного контроля calorificity топлива с применением предложенной СККТ. Этот алгоритм работы СККТ прошел испытания в реальных цеховых условиях с положительными результатами. Предложена система управления оптимизацией смесей угля, жидких нефтепродуктов

или газа в режиме реального времени, которая апробирована в лабораторных условиях.

Список литературы / References

1. Овсяников Вол. В. Экспрес-контроль якості вугілля радіометричним методом / Овсяников Вол. В. // Вісник НТУУ „КПІ“. Серія Радіотехніка. Радіоапаратобудування. –2010. –Вип.43. –С. 24–31.
Ovsianikov, V.V. (2010), “Quality express-control of coal by radiometric method”, *Visnyk NTUU “KPI”. Series Radiotechnology. Radio Apparatus Building*, Publ.43, pp. 24–31.
2. Анісімов М.Т. Контроль вологості вугілля радіохвильовим методом [Текст] / М.Т. Анісімов, В.В. Овсяников, В.В. Овсяников // Обогащение полезных ископаемых: Научно-технический сб. ДНУ. – Днепропетровск, 2004. –Вып. 20(61). –С.42–148.
Anisimov, M.T. and Ovsyanikov, V.V. (2004), “Control of Humidity of Coal by the Radio Wave Method”, *Obogashcheniye poleznykh iskopayemykh*, published by DNU, Dnepropetrovsk, Issue 20(61), pp.42–148.
3. Анісімов М.Т. Автоматизація контролю якості вугілля [Текст] / М.Т. Анісімов, В.В. Овсяников // Уголь Украины: ежемесячный научно-технический, производственный и экономический журнал. – К., 2007. –№11. –С.23–25.
Anisimov, M.T. and Ovsyanikov, V.V. (2007), “Automation of the quality control of coal”, *Ugol Ukrainy*, no.11, pp. 23–25.
4. Випанасенко С.І. Контроль зольності вугілля методом радіоспектроскопії [Текст] / С.І. Випанасенко, В.В. Овсяников // Уголь Украины: ежемесячный научно-технический, производственный и экономический журнал. – К., 2009. –№6. –С.43–45.
Vypanasenko, S.I. and Ovsyanikov, V.V. (2009), “Check of ash content of coal by the method of radio spectroscopy”, *Ugol Ukrainy*, no.6. pp.43–45.
5. Патент UA 36326 Україна, МПК (2006) G01N 22/00. Спосіб автоматизованого контролю якісних характеристик речовин у мікрохвильовому діапазоні / [Кузнецов Г.В., Випанасенко С.І., Овсяников В.В. та ін.] – Заявл. 22.04.08, Опубл. 27.10.08, Бюл. №20.
Kuznetsov, G.V., Vypanasenko, S.I. and Ovsyanikov, V.V. “Method of the automated monitoring of qualitative characteristics of matters in microwave range”, The patent UA 36326 Ukraine, MPK (2006) G01N 22/00, declaration date April 24, 2008, published October 28, 2008, Bulletin no.20.
6. Овсяников Викт. В. Радиофизические характеристики излучателя на основе плазмы газового разряда [Текст] / Викт. В. Овсяников, А.Н. Гордиенко // Вісник Харківського національного університету ім. В.Н. Каразіна: Радіофізика і електроніка –2002. – №.570. – С. 37–39.
Ovsyanikov, V.V. and Gordiyenko, A.N. (2002), “Radiophysical performance of an emitter made on the basis of gas-discharge plasma”, *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho universytetu imeni V.N. Karazina: Radiophysics and electronics*, no.570, pp. 37–39.

Мета. Метою роботи є моделювання й розробка системи автоматизованого створення оптимальної суміші вугілля, рідких нафтопродуктів і газу. У результаті досягнення поставленої задачі з'являється можливість одержувати оптимальні маси кожного компонента суміші при мінімальній вартості, а також оптимальну питому теплоту згоряння для забезпечення у топці ТЕС необхідного температурного режиму.

Методика. Методи дослідження засновано на вимірюванні одного з електромагнітних параметрів палива. Це може бути комплексна діелектрична проникність або комплексні коефіцієнти загасання (відбиття) електромагнітної хвилі в досліджуваній речовині, або коефіцієнт стоячої хвилі по напрузі у НВЧ діапазоні. При цьому для діагностики й ідентифікації якості палива використовується кореляційний зв'язок між параметрами якості палив з однієї сторони й згаданими вище електромагнітними характеристиками діелектриків (вугілля і рідких нафтопродуктів) з іншої. Найбільш раціональними методами контролю й ідентифікації вважаються методи оцінки якості палива за ступенем взаємодії його з електромагнітною енергією мікрохвильового діапазону, які й були використані при розробці алгоритму ідентифікації й контролю показників якості вугілля, що транспортується на конвеєрній стрічці. Для оптимізації якості суміші палива запропоновано застосовувати математичний метод лінійного програмування. Розглянуто напівавтоматичні й автоматизовані методи ідентифікації й контролю якості палива та наведена порівняльна оцінка їх переваг і недоліків.

Результати. Запропонована система контролю якості палива пройшла випробування в реальних цехових умовах з позитивними результатами. Система керування оптимізацією кількості змісту вугілля різних марок, рідких нафтопродуктів і газу в суміші апробована в лабораторних умовах у режимі реального часу.

Наукова новизна. Для контролю якості палива запропоновано нові методи ідентифікації з використанням взаємодії речовини з електромагнітними хвилями у НВЧ діапазоні й алгоритм виявлення однієї каліброваної частотної характеристики загасання з банку даних, заздалегідь отриманих залежностей. Так само запропоновано математичну модель для керування параметрами суміші палива, що побудована за допомогою математичного методу оптимізації.

Практична значимість. У цей час теплові електростанції й теплові електроцентралі витрачають більше половини добутого в країні вугілля. Тому, з метою економії коштів, контроль і керування оптимізацією якості палива при врахуванні його вартості є досить актуальним завданням сьогодення дня й має величезне значення для застосування в народному господарстві.

Ключові слова: система керування, калорійність палива, мікрохвильовий діапазон, калібровані харак-

теристики, алгоритм контролю, цільова функція, математичне лінійне програмування

Purpose. To create simulation model and develop the system of the automatic mixing of optimum mixture of coal, liquid oil products and gas. The result of the research is the possibility to receive optimum masses of each component of a mixture at the minimum cost, and also an optimum specific temperature of combustion for providing the necessary temperature conditions in fire chamber of thermal power plants.

Methodology. The methods are grounded on measuring of one of the electromagnetic parameters of fuel. For example complex dielectric constant or electromagnetic wave complex attenuation (reflecting) constant in examined substance, or standing wave ratio on voltage in the microwave range. Thus for preliminary treatment and identification of quality of fuel correlative link between quality parameters of fuel on the one hand and the electromagnetic performance of dielectrics mentioned above (coals and liquid oil products) with on the other hand was used. The most rational methods of identification and estimation of quality of fuel is the estimation of its interaction with electromagnetic energy of a microwave range which has been used for development of the algorithm of identification and control of indexes of quality of the coal transported by the conveyor band. It is offered to apply the mathematical method of linear programming to optimize the quality of the fuel mixture. The methods of semi-automatic and automatic identification and quality control of fuel were considered and the comparative estimation of their advantages and disadvantages was done.

Findings. The offered monitoring system of quality of fuel has passed trials in real shop conditions with positive results. The control system of optimization of amount of the contents of different ranks of coal, liquid oil products and gas in mixture was tested in laboratory in real-time mode.

Originality. For fuel quality control new methods of identification with use of interaction of substance with electromagnetic waves in the microwave range and algorithm of detection of one gauged frequency characteristic of attenuation from a databank of in advance received dependences were offered. The mathematical sample model for management of the parameters of fuel mixture constructed by means of the mathematical method of optimization was offered.

Practical value. Nowadays thermal power plants spend more than a half of the total amount of coal mined in our country. To cut costs it is important to control and manage the optimization of fuel quality taking into account its cost to solve problems in the national economy.

Keywords: a control system, calorificity of fuel, microwave range, gauge characteristic, a check algorithm, target function, mathematical linear programming

Рекомендовано до публікації докт. техн. наук С.І. Випанасенко. Дата надходження рукопису 01.11.11.