

процесса нанесения Ti эта величина равна 12 % и 15 % при контроле по N₂ и элементу 391.4 нм соответственно. Указанный результат можно объяснить тем, что геттерные свойства пленки Ti значительно выше таких свойств пленок TiO₂. При малых расходах примеси она эффективно поглощается растущей пленкой Ti и ее содержание в вакуумной камере снижается.

При проведении исследований с напуском паров воды установлено, что по чувствительности контрольные элементы располагаются в следующем порядке: H (656.3 нм), OH (306–318 нм), OI (777.4 нм). Например, при напуске паров H₂O интенсивность на длине волны $\lambda = 656.3$ нм возросла в 5 раз, в то время как при таком же расходе паров H₂O интенсивность на участке 306–318 нм возросла на 40 %, а на длине волны $\lambda = 777.4$ нм на 25 % для процесса нанесения TiO₂.

При регистрации зависимостей интенсивности линии H от величины α при напуске паров воды установлено, что минимальное достоверно измеренное значение α составляет 0,3 % и 1,6 % для процессов нанесения TiO₂ и Ti соответственно. Более низкие значения α для паров воды по сравнению с воздухом обусловлены меньшим поглощением водорода растущими пленками TiO₂ и Ti по сравнению с поглощением азота.

Литература

1. Бурмаков А. П., Зайков В. А., Лабуда А. А., Черный В. Е. Неустойчивость процесса реактивного магнетронного распыления // Журнал прикладной спектроскопии. – 1996. – Т. 63, № 6. – С. 1049–1053.

СЕЛЕКТИВНЫЙ КОНТРОЛЬ ГОРЕНИЯ ФАКЕЛА РАСТОПОЧНОЙ ГОРЕЛКИ ПРОМЫШЛЕННОГО КОТЛОАГРЕГАТА

О. Ч. Ролич

По всей Беларуси сегодня функционирует несколько десятков теплоэлектростанций, эксплуатирующих сотни теплоэнергетических котлоагрегатов. Каждый из них включает от двух до нескольких десятков горелок. При растопке котла сначала разжигаются растопочные горелки. Их изолированной работе отводится определенное время, в течение которого флуктуационные процессы горения приобретают стационарный характер. Затем от растопочных горелок разжигается и весь котел. Розжиг котла сегодня производится вручную бригадой специалистов.

Рабочим веществом котла является газ или парамазут. Их концентрация выше допустимой нормы может привести к взрыву или, словами работников энергетической отрасли, к хлопку. Как правило, хлопки происходят в растопочном режиме вследствие срыва нестационарно горяще-

го факела и относительно медленной реакции человека. Подобные хлопки периодически возникают в различных точках Беларуси, но наиболее крупной аварией был взрыв энергоблока 3б на Новолукомльской ГРЭС в декабре 1999 года. Последствия аварий оцениваются в сотнях миллионов – миллиардах рублей.

Поэтому, перед Белорусским теплоэнергетическим институтом была поставлена задача надежного автоматизированного розжига котлоагрегата, а перед Белорусским государственным университетом – разработки распределенной системы селективного контроля за процессами горения факела растопочной горелки как в растопочном, так и в стационарном режимах работы котла. В случае отрыва или погасания факела горелки было поставлено условие быстрого принятия решения об отключении подачи газа на горелку и, возможно, об остановке котла.

При анализе первичной информации о горении взрывчатых веществ было принято решение о ведении контроля процессов горения по временным выборкам в ультрафиолетовой области спектра [1–4].

Сложность решаемой задачи заключается:

- в создании коррелированных помех непосредственно встречными горелками;
- в создании помех встречными боковыми, соседними горелками и общим пламенем котла;
- в свечении отдельных рабочих узлов котла;
- в отклике малой интенсивности в ультрафиолетовой зоне.

Поставленная задача решается следующим образом.

Помехи, создаваемые встречными боковыми и соседними горелками, а также свечением отдельных его рабочих узлов, фильтруются путем адаптивной настройки чувствительности приемного блока, выполняемой микроконтроллером.

Селективный контроль горения факела растопочной горелки по отношению к непосредственно встречной учитывает нестационарность самого процесса горения и индивидуальность пламени каждой горелки.

Во время работы растопочной горелки снимается ее портрет.

Наиболее эффективно выполнить свертку входной временной выборки с множеством базисных функций $b(s, t)$ – вейвлетов $\text{wave}(st) =$

$\frac{(st)^2}{st} \cdot e^{-st}$. Линейно контрастированные образы этого преобразования изображены на рис. 1. В образе преобразования выделяется реперный контур, заключающий область с частотно-временной информацией о поведении объекта. Реперная область устойчива по отношению к временной фазе.

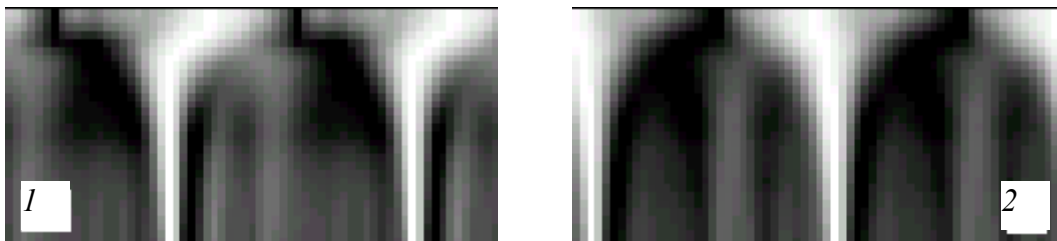


Рис. 1. Линейно контрастированные образы преобразования сигналов горения факела растопочной горелки котлоагрегата БКЗ-50 №3 Пинской ТЭЦ

Алгоритм построения портрета и селективного контроля процессов горения факела растопочной горелки в реальном режиме времени приведен на рис. 2.

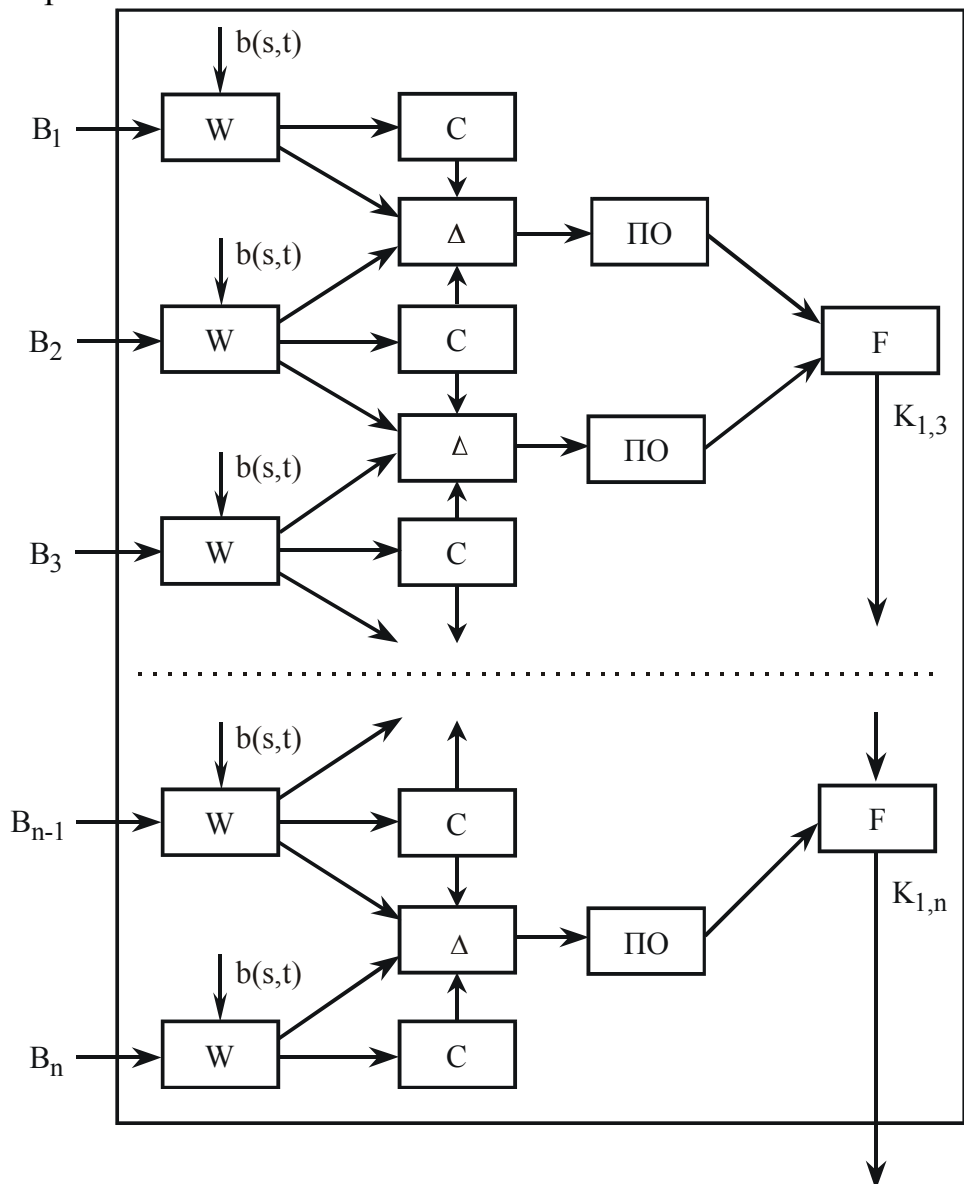


Рис. 2. Алгоритм построения портрета и селективного контроля процессов горения факела горелки в реальном времени

Рабочая программа включает в себя операторы W вейвлет-преобразования, S выделения реперного контура, Δ вычисления разностной картины в соответствии с выделенными контурами, PO бинаризации и F детализации контуров идентификации.

В течение времени изолированной работы растопочной горелки по приведенному алгоритму формируются контуры ее идентификации на плоскости (s, φ) (рис. 3). При розжиге встречной горелки и котла в целом проводится контроль присутствия идентификационных областей в текущем множестве контуров. В этом случае оператор F принимает на себя корреляционную функцию.

Программная модель алгоритма построена на базе системы команд целочисленных микроконтроллеров с применением модулярной арифметики.

Разработанный алгоритм с использованием временной локализации повышает надежность принятия решения по селективному контролю процессов горения и взрывобезопасность при эксплуатации промышленных котлоагрегатов. Индивидуальные портреты позволяют решать и задачу контроля качества горения.

Разработанные алгоритмы реализованы в распределенных цифровых системах контроля процессов горения факела горелки промышленных котлоагрегатов и эксплуатируются на ТЭС Беларуси.

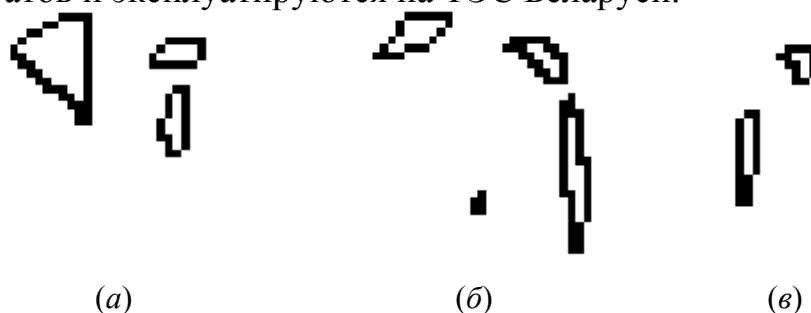


Рис. 3. Контурсы идентификации растопочных горелок

Литература

1. *Гейдон А. Г., Вольфгард Х. Г.* Пламя: его структура, излучение и температура. – М.: Государственное научно-технич. изд-во лит-ры по черной и цветной металлургии, 1959. – 333 с.
2. *Гейдон А.* Спектроскопия пламен. – М.: Изд-во иностранной лит-ры, 1959. – 382 с.
3. *Баум Ф. А., Станюкович К. П., Шехтер Б. И.* Физика взрыва. – М.: Государственное изд-во физ.-мат. лит-ры, 1959. – 800 с.
4. *Sandrowitz A. K., Cooke J. M., Glumac N. G.* Flame Emission Spectroscopy for Equivalence Ratio Monitoring / *Applied Spectroscopy*, vol. 52, № 5, 1998, p. 658 – 662.