

technical conference on actual problems of electronic instrument engineering (APEIE) – 44894 Proceedings APEIE– 2018. – Novosibirsk, Volume 1, Part 2. – P. 49-51, 2018, 10.1109/APEIE.2018.8545459

Гречишников В.М.- д.т.н., профессор, заведующий кафедрой электротехники, e-mail: gv@ssau.ru/

Воеводкин Данил Сергеевич, студент гр. 6205-09301, тел. 8-9042735480

УДК 536.521

АКУСТООПТИЧЕСКИЙ ПИРОМЕТР ДЛЯ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

А.А. Мухамадиев, В.Х. Ясовеев

Уфимский университет науки и технологий, г. Уфа

Качество выпускаемой продукции является основным фактором в металлургической отрасли и определяется соблюдением необходимых параметров технологического процесса. Наиболее важным является получение значения температуры металла на различных стадиях производства. Поверхность металла может быть измерена с определенной точностью при использовании пирометров разного типа. В тоже время, необходимо учитывать всю сложность технологических процессов, в результате которых происходит, как изменение излучательной способности объекта измерения, так и изменение окружающей его среды. Применяемые на сегодняшний день пирометры, не позволяют обеспечить определение температуры с необходимой точностью на всей широте требуемого диапазона работы, вследствие того, что коэффициент излучения поверхности исследуемого объекта может быть неизвестным или быстро меняет значение в короткий интервал времени. В целом, необходимо отметить, что вопросы разработки и совершенствования пирометров, удовлетворяющих современным требованиям, оказываются весьма актуальными.

Среди факторов, оказывающих влияние на метеорологические характеристики необходимо отметить следующие:

1. Изменяющееся во времени состояние поверхности при разных технологических процессах, что приводит к изменению параметра относительной излучательной способности.

2. Изменяющееся свертывание и завихрение потоков жидкого металла приводящее к постоянному изменению относительной излучательной способности.

3. Изменяющийся количественный и качественный газовый состав между пирометром и измеряемой поверхностью, приводящий к потере энергии при определенных диапазонах длин волн.

4. Присутствующий пар, дым, пыль и различные частицы между пирометром и измеряемой поверхностью, приводящий к возникновению потерь от рассеивания, поглощения и т.д.

Проведенный анализ факторов, оказывающих влияние на метрологические характеристики, выявил, что они определяются оптикой, не позволяющей обеспечить необходимым числом длин волн, а также диапазоном спектра проведения исследования объекта [2]. Для повышения технико-эксплуатационных показателей авторами предлагается использовать оптические элементы с возможностью программного управления. Подобной возможностью обладают акустооптические элементы. Учитывая, что основным назначением в устройстве пирометра является выделение определенной длины волны из широкого диапазона излучения, то подобным элементом является оптический фильтр, реализованный с применением акустооптического эффекта [4].

Предлагаемая конструкция акустооптического пирометра функционирует следующим образом (рисунок 1). Световой поток в виде инфракрасного излучения от исследуемого объекта, попадает в блок оптики 1, проходя через прозрачное стекло 2 и линзу 3. Которая направляет поток в волоконно-оптический кабель 4. Далее излучение поступает в акустооптический монохроматор 5, в котором происходит выделение из всего спектра необходимой длины волны. Управление монохроматором производится по выбранному алгоритму, путем подачи соответствующего сигнала на пьезопреобразователь, являющийся элементом конструкции монохроматора. Далее выделенное излучение с соответствующей длиной волны поступает блок измерений 6 [5].

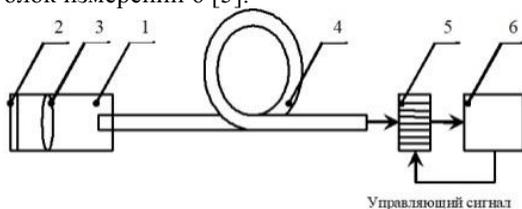


Рисунок 1 - Структурная схема конструкции акустооптического пирометра

При измерении температуры металлов одной из определяющих показателей становится разрешающая способность [3], которую можно определить по формуле:

$$\Delta\lambda = \frac{\lambda^2}{D \sin \Theta_b},$$

где D - геометрия апертуры ячейки [м]; Θ_b - фиксированный угол падения световой волны.

На рисунке 2 представлена зависимость разрешающей способности пирометра от размера оптической апертуры ячейки и длины волны.

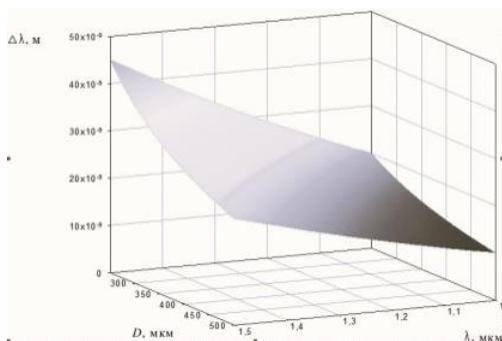


Рисунок 2. - Зависимость разрешающей способности пирометра от геометрии апертуры ячейки и длины волны

Реализация интеллектуального подхода [1] и разработанная авторами конструкция позволит проводить измерение температуры исследуемых объектов на различных длинах волн с повышенной точностью и требуемой разрешающей способностью в условиях отсутствия информации об излучающей способности поверхности, а также создаст возможности по выбору необходимого интервала в зависимости от условий среды.

Список использованных источников

1. Вишневский А.А. Интеллектуальный подход к улучшению метрологических характеристик волоконно-оптических систем измерения давления и температуры, предназначенных для нефтегазовой отрасли / А.А. Вишневский, В.Х. Ясоев // Прикаспийский журнал: управление и высокие технологии. – 2015. – № 3 (31). – С. 158-166.
 2. Мухамадиев А.А. Оптико-электронные преобразователи температуры для систем контроля технологических процессов / А.А. Мухамадиев, Р.Г. Фаррахов. – Уфа: УГАЭС, 2010. – 105 с.
 3. Мухамадиев А.А. Статическая характеристика, чувствительность и разрешающая способность акустооптического пирометра / А.А. Мухамадиев, Р.Г. Фаррахов // Датчики и системы. – 2011. – № 11. – С. 41-43.
 4. Мухамадиев А.А. Универсальный пирометр для измерения высоких температур / А.А. Мухамадиев, Р.Г. Фаррахов // Датчики и системы. – 2010. – № 11. – С. 23-25.
 5. Пат. 88801 РФ, МПК7 G01J5/10. Устройство дистанционного измерения температуры / А.А. Мухамадиев, Р.Г. Фаррахов; заявитель и патентообладатель ГОУ ВПО Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. (RU). – № №2009126218/22; заявл. 08.07.2009; опубл. 20.11.2009, Бюл. №32.
- Мухамадиев Айдар Асхатович, канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры электронной инженерии ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», +79173646680, e-mail: aidar80@mail.ru
- Ясоев Васих Хаматович, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры электронной инженерии ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», +79177526095, e-mail: yasov@mail.ru