

С.С. Сергеев

Тенденции изменения терминологии в пирометрии.

Во второй половине 2007 г. термометрическая общественность страны бурно обсуждала проекты ряда новых стандартов, в том числе нового стандарта МЭК [1] в области пирометрии. Это обсуждение продемонстрировало острую необходимость в согласовании терминов, используемых в данной области. Автор предполагает, что за международным, последует Российский стандарт, и считает необходимым предварительно обсудить и договориться о базовых терминах, используемых в данной области.

Основные термины и их определения в области контроля температур по измерению в оптической области спектра (в дальнейшем «пирометрии») в нашей стране узаконены следующими документами: ГОСТ 28243-96 [2], рекомендации АН СССР [3], а также приведены во многих справочных пособиях и монографиях. Эти документы были разработаны более 20 лет назад и, несмотря на последующие незначительные доработки, в настоящее время требуют корректировки.

Одним из ключевых терминов, с которым начали испытывать затруднения авторы, является название прибора «пирометр», т. к. данный термин начинает вытесняться сочетанием слов – «дистанционный термометр», «ИК термометр» и др.

Наиболее полное определение термина «пирометр» представлено в [2]. В то же время в справочной литературе, например в Большой советской энциклопедии [4] данный термин определен как: «Пирометры, приборы для измерения температуры непрозрачных тел по их излучению в оптическом диапазоне спектра». В толковом словаре русского языка Ушакова [5] пирометр это «прибор для измерения высоких температур».

Необходимо отметить, что история последнего определения исходит к началу прошлого века, когда пирометрами называли как бесконтактные, так и контактные методы контроля высоких температур. Например, термопары тоже назывались «пирометрическими датчиками» [6]. Эта ситуация изменилась в 70-е годы прошлого века, но как промежуточный, появился термин «оптический пирометр» [6-9], отличающий контактный метод измерения температуры от бесконтактного.

В настоящее время контактная высокотемпературная термометрия называется «пирометрией» только на металлургических предприятиях, сохранившихся с советских времен и практически не используется в научных статьях.

Само слово пирометр произошло от сочетания греческих слов - *pyr* — огонь и *metron* — мера, измерение. За пирометрами оно закрепилось благодаря широкому распространению приборов работающих на основе метода исчезающей нити. В данных приборах измерение проводилось с помощью визуального контроля яркости пламени или свечения металла и нити накала прибора, находящейся в оптическом тракте и становящейся неразличимой глазом, когда яркость свечения нити выравнивалась с яркостью пламени. Термин подкреплялся метрологическими средствами, в качестве которых применяются образцовые лампы, излучатель которых выполнен в виде тонкой пластины и ярко светится при высоких температурах. Серийно данные лампы уже не выпускаются, хотя и применяются еще на ряде предприятий.

Термин «пирометр» сегодня прочно закрепился в русскоязычной научной литературе, и относится практически ко всем промышленным приборам измерения температуры по их тепловому излучению [7-17]. Однако в последнее десятилетие активно развивается низкотемпературная пирометрия, где отсутствует свечение объектов и первая составляющая названия «пирометр» – «огонь», полностью утратила смысл. В связи с этим в иностранной, англоязычной литературе этот термин вытесняется термином «radiation thermometer» [1,18], чему начали следовать и отечественные авторы. Причем

перевод термина «radiation» сделан по транскрипции –«радиационный» и закреплен в стандарте [19]. Истинный перевод слова –радиация, излучение. Таким образом термин можно перевести как излучательный, но «излучательный термометр» звучит не совсем корректно. На взгляд автора термин «термометр излучения» более благозвучное и понятное название для приборов данного типа.

Название «радиационный термометр» неудобно еще и тем, что при транспортировке (самолет, железнодорожный транспорт, таможня) необходимо доказывать, что в изделии отсутствуют радиационные вещества. Тяжело доказать на таможне, что радиационный пирометр не излучает радиацию. Нельзя недооценивать и тот факт, что в настоящее время все больше применяется пирометров в бытовом секторе. В медицине данными приборами контролируют температуру тела человека, в т.ч. детей, вставляя приборы в ухо ребенка. Не каждая мама согласится вставить в ухо ребенка «радиационный пирометр». В данной области используются термины «бесконтактный термометр» или «ИК термометр».

Еще одной проблемой, при использовании термина «радиационный термометр», является путаница, которая возникает при измерении радиационной температуры [6,7,10,12,14,16,20] , для которой предназначен узкий класс приборов в пирометрии - «радиационных пирометров», работающих в широком спектральном диапазоне [6,20].

Стандартизируя те или иные термины, либо договариваясь о них, мы прежде всего упрощаем общение людей разных профессий и добиваемся их взаимопонимания. Причем согласованные термины должны дать максимально большему числу людей возможность общаться и понимать друг друга. Поэтому они должны быть просты, понятны и «экологичны», т. е. не содержать в себе угрозы для человека и окружающей среды, воспринимаемой человеком на подсознательном уровне.

Оценку популярности терминов проведем на основе анализа количества запросов с данными словами или словосочетаниями в поисковых системах сети Интернет. В данной статье автор воспользовался статистическим инструментом поисковой системы «Яндекс».

Для анализа были выбраны следующие слова и словосочетания обозначающие пирометр: пирометры [7-17], радиационные пирометры [6,7,10,12,14,16,19,20,21], радиационные термометры [16,19,24], бесконтактные термометры, пирометры излучения [9,22], термометры излучения [24,25], инфракрасные (ИК) термометры [22], дистанционные термометры, оптические пирометры [9], инфракрасные пирометры [9], контактные пирометры [6].

Основные данные запросов сведены в таблице 1.

Таблица 1.

№	Термин	Сумма запросов в год	Максим. количество запросов в месяц	Миним. количество запросов в месяц	Колич. страниц, тыс.стр.
1	Пирометры	53386	5469	2891	475
2	Инфракрасный термометр	10126	1015	434	1 000
3	Бесконтактные термометры	2605	280	105	127
4	Дистанционные термометры	1477	163	64	298
5	Оптические пирометры	1378	172	31	159
6	Пирометр инфракрасный	1337	156	49	80
7	Пирометр излучения	325	51	13	42
8	Радиационный пирометр	308	49	9	12

Анализ проводился за период июнь 2007- май 2008 гг. Как видно из таблицы наиболее часто запрашиваемым за данный период является термин «пирометр». В то время как максимальное количество страниц с сочетанием слов «инфракрасный термометр» превысило 1 млн. страниц. Интересно, что термин с грамматической ошибкой «инфрОкрасный термометр» запрашивался за год 689 раз, при этом в Интернете находятся 3590 страниц, содержащих данную ошибку. Новые термины «радиационный термометр», «термометр излучения», «оптический термометр» не запрашивались ни разу. Термин «радиационный пирометр» явно устарел и им практически не пользуются в поисковых системах, термин «контактный пирометр» за год запрашивался всего 123 раза, что составляет доли процента от всех запросов.

Необходимо отметить, что в медицинской справочной литературе все шире используется термин «термометр излучения» как «прибор для измерения температуры поверхности объекта по величине, его инфракрасного излучения; применяется в гигиенических и медико-биологических исследованиях» [25]. И большое количество страниц в сети Интернет (325 тыс.) с данным словосочетанием дает дополнительный аргумент в его пользу.

Таким образом, термин «термометр излучения» предлагается, как общее название для приборов, позволяющих измерить температуру объектов по их излучению в ультрафиолетовой (УФ), видимой, ИК и микроволновой областях спектра. В эту группу приборов входят пирометры, радиопирометры и тепловизоры. Приборы, предназначенные для контроля температуры по излучению в «оптической» т. е. в УФ, видимой и ИК областях спектра предлагается называть «оптические термометры». Термин «оптические термометры» включает в себя описание физического процесса и конструкции прибора. Основной недостаток данного термина – в настоящее время не широко используется и не согласуется с англоязычным переводом, но достаточно понятен и «экологичен» для российского потребителя (т. к. слово «излучения» хотя и лучше термина «радиационный», но имеет рядстораживающих пользователя ассоциаций).

Оптические термометры (пирометры), в свою очередь, имеют много разновидностей, и отличаются по принципу действия, по числу диапазонов измерения, по

конструктивному исполнению. В соответствии с ГОСТ [2] по принципу действия «пирометры» подразделяются на «пирометры полного излучения», «пирометры частичного излучения», «пирометры спектрального отношения». Однако в литературе, в т. ч. в учебной, широко используются термины – радиационные пирометры, цветковые пирометры, яркостные пирометры, монохроматические пирометры [12,14,16,20]. Первые три связаны с используемыми терминами для определения разных типов температуры теплового излучения [6-10,12,14,16,20]. Так, термин «радиационный пирометр» равнозначен термину «пирометр полного излучения» [12], и соответствует пирометру, принимающему излучение в максимально широком спектральном диапазоне. В случае измерения цветовой температуры для точного измерения объект контроля должен быть «серым телом» в спектральном диапазоне прибора. Данному типу пирометров соответствуют пирометры спектрального отношения [12]. Яркостные пирометры – это приборы работающие в узком ограниченном спектральном диапазоне соответствуют монохроматическим пирометрам [7,12,14]. Пирометры частичного излучения, в отличие от монохроматических пирометров, работают в ограниченном, широком спектральном диапазоне. Учитывая тот фактор, что яркостные или квазимонохроматические пирометры имеют также конечный ненулевой спектральный диапазон и нет четкой границы «монохроматичности» спектрального диапазона, автор предлагает объединить их под общим названием – «оптические термометры частичного излучения».

Для температуры, измеряемой пирометрами частичного излучения, а этот класс приборов сегодня получил наибольшее распространение, нет строгого названия, поэтому иногда в научной литературе используется термин «радиационная температура» [16] или «условная температура» [12]. Термин «температура излучения» достаточно понятен и мог бы использоваться для данного класса измерений.

Не охвачены терминологией пирометры, работающие в 3, 4, и т.д. спектральных диапазонах, несмотря на то что пирометры данного типа разработаны уже давно [7] и фирмой «ТЕХНО-АС» (Коломна) налажен их серийный выпуск [26]. В [2] они все названы «многодиапазонные», несмотря на то, что имеют существенные отличия, как по конструктиву, так и по методам обработки результатов измерений.

Наибольшее распространение получил термин, относящийся к двухдиапазонным пирометрам – «пирометры спектрального отношения», в которых расчет температуры выполняется на основе отношения энергий в двух диапазонах длин волн [7,9,12]. Однако надо признать, что отношение уровней сигналов не является единственным методом расчета температуры, что позволяет использовать предпочтительные термины, «2-х, 3-х, 4-х, 5-и и 6-и диапазонные пирометры». Для пирометров работающих более чем в 6 спектральных диапазонах предлагается оставить название «многодиапазонные пирометры».

Основными специфическими терминами, используемыми в пирометрии, у которых существуют разные наименования, являются:

- коэффициент теплового излучения [16], или коэффициент излучения [8,9,27], или степень черноты [3], или коэффициент черноты [10], или излучательная способность [8,20,22];

- фоновая температура, или температура фоновой засветки, или температура фона, или температура окружающей среды.

Самым часто употребляемым и имеющим наибольшее количество наименований является «коэффициент излучения». В англоязычной литературе он называется emissivity factor, emittance [1,3]. Важность однозначности трактовки данного термина связана с тем, что он входит в перечень технических характеристик приборов, поставляемых потребителю. Не каждый пользователь разберется, что величина «коэффициента излучения», которую он должен установить на своем пирометре, берется из таблицы «излучательные способности материалов».

Обратимся к статистике запросов в поисковой системе Яндекс сети Интернет (табл. 2).

Таблица 2.

№	Термин	Сумма запросов в год	Максимальное количество запросов в месяц	Минимальное количество запросов в месяц
1	Коэффициент излучения	2053	332	72
2	Степень черноты	1733	263	49
3	Излучательная способность	801	131	26
4	Температура окружающей среды	1118	121	58
5	Температура фона	328	55	13

Как видно из таблицы, наиболее часто встречающийся запрос – «коэффициент излучения». Вторым по количеству запросов за год является термин «степень черноты». Термины «коэффициент черноты», «коэффициент теплового излучения», «лучеиспускательная способность» использовались для запросов крайне редко. Необходимо отметить, что словосочетание «излучательная способность» используется в научной литературе не только для обозначения величины коэффициента, но и для описания физического процесса излучения. Широкое применение термина «степень черноты» связано с рекомендациями АН СССР [3]. В этой же работе узаконены термины со словосочетанием «угловой коэффициент излучения». В настоящее время термин «коэффициент излучения» все чаще применяется вместо термина «степень черноты».

Высказывая свою личную точку зрения, автор считает, что наиболее благозвучным и понятным термином является термин - «коэффициент теплового излучения», либо его сокращенный вариант - «коэффициент излучения».

Термины, определяющие температуру тел, находящихся на оптическом тракте позади частично прозрачных контролируемых объектов, и температуру фоновой засветки среды, переотражающейся от поверхности объекта контроля, используются в основном в научной литературе и требует простой договоренности среди специалистов.

Предлагаемый автором словарь терминов выглядит следующим образом:

Термометры излучения – (используемые названия - радиационные термометры) средство (совокупность средств) измерения температуры по электромагнитному излучению в спектральном диапазоне 0,01 нм – 100 см. Комментарии: относятся в соответствии с ГОСТ [19] тепловизоры, оптические термометры (пирометры), радиопирометры.

Оптические термометры – (используемые названия - пирометры, радиационные пирометры, радиационные термометры, бесконтактные термометры, пирометры излучения, термометры излучения, инфракрасные термометры, дистанционные термометры, оптические пирометры, инфракрасные пирометры) средство (совокупность средств) измерения температуры по тепловому электромагнитному излучению в оптической области спектра 1 нм – 1 мм.

Оптические термометры полного излучения – (используемые названия - пирометры полного излучения, радиационные пирометры) определение соответствует ГОСТ [2] термину «пирометр полного излучения».

Оптические термометры частичного излучения - (используемые названия - пирометры частичного излучения; дополнительно включенные автором в данную группу - яркостные пирометры, монохроматические пирометры) определение соответствует ГОСТ [2] термину «пирометр частичного излучения».

Оптические термометры спектрального отношения - (используемые названия - пирометры спектрального отношения, цветковые пирометры, двухцветные пирометры) оптический термометр, действие которого основано на зависимости отношения энергетических яркостей в двух спектральных интервалах от температуры.

2-х, 3-х, 4-х, 5-и, 6-и диапазонные оптические термометры – оптические термометры, действие которых основано на зависимости энергетических яркостей соответственно в 2-х, 3-х, 4-х, 5-и, 6-и спектральных диапазонах от температуры.

Многодиапазонные оптические термометры – оптические термометры, действие которых основано на зависимости энергетических яркостей более чем в 6-и спектральных диапазонах от температуры.

Коэффициент излучения – (используемые названия - коэффициент теплового излучения, степень черноты, коэффициент черноты, излучательная способность) соответствует [3] - термину «степень черноты».

Температура фона – усредненная температура окружающей среды соответствующая температуре излучения контролируемого объекта, при условии, что его коэффициент отражения равен единице.

Автор предлагает провести обсуждение данных терминов на сайте www.technoac.ru либо на форуме www.temperatures.ru .

Ваши предложения можно направить электронной почтой marketing@technoac.ru либо на адрес редакции.

Список литературы:

1. **IEC 62942-1 TS Ed1** Industrial process control devices - Radiation thermometers – Part 1: Technical data for radiation thermometers.
2. ГОСТ 28243-96. Пирометры. Общие технические требования.
3. Теория теплообмена. Терминология, вып. 83. М.: Наука, 1971.
4. Большая Российская энциклопедия, (электронная версия), 2001 (WWW.RUBRICON.COM).
5. Толковый словарь русского языка: В 4 т. / Под ред. Д. Н. Ушакова. М.: Гос. ин-т "Сов. энцикл."; ОГИЗ; Гос. изд-во иностр. и нац. слов., 1935-1940, (электронная версия), 2007, (<http://slovari.yandex.ru/>).
6. Гордов А.Н. Основы пирометрии. Металлургия, 1971.
7. Свет Д.Я. Оптические методы измерения истинных температур. М.: Наука, 1982.
8. Драгун В.Л., Филатов С.А. Вычислительная термография: применение в медицине. Мн.: Навука і тэхніка, 1992.
9. Вавилов В.П. Тепловые методы неразрушающего контроля: Справочник. М.: Машиностроение, 1991.
10. Основы оптической радиометрии / Под ред. проф. А.Ф. Котюка. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003.
11. Прохоров В.Н. Электронные самописцы «ТЕХНО-АС» на службе работников ЖКХ. Промышленный вестник. 2005. № 1.
12. Основы температурных измерений. / Гордов А.Н. и др. М.: Энергоатомиздат, 1992.

13. Методы и средства оценки состояния энергетического оборудования. Вып. 22. / Под ред. А.И. Татжибаева. СПб. ПЭИПК, 2004.
14. Технические средства диагностики.: Справочник. / Под ред. В.В. Ключева. М.: Машиностроение, 1989.
15. Измерения в электромагнитных полях. / Ю.К. Казаров, О.Н. Бодадин и др. М.: ВИНТИ РАН, 2003.
16. Инфракрасная термография в энергетике. / Под ред. Р.К. Ньюпорта, А.И. Татжибаева. СПб.: ПЭИПК, 2000.
17. Раянов Р.З. Энергосберегающие приборы для ЖКХ. Датчики и системы. 2004. №1
18. E 1256-95(2001) Standard Test Methods for Radiation Thermometers (Single Waveband Type)
19. ГОСТ 8.558-93. Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений температуры.
20. Гаррисон Т.Р. Радиационная пирометрия. / Под ред. д.т.н. Д.Я. Света. М.: Мир, 1964.
21. Бажанов С.А. Инфракрасная диагностика электрооборудования распределительных устройств. М.: НТФ «Энергопрогресс», 2000.
22. Низкотемпературные пирометры с тепловыми приемниками излучения. / Е.И. Фандеев, Б.В. Васильев, и др. М.: Энергоатомиздат, 1993.
23. Цифровые измерительные приборы в инструментальном энергоаудите. М.: УМИТЦМ, 2000.
24. <http://www.zdoroway.ru/slovar/termin39035.html>
25. <http://medarticle48.moslek.ru/articles/41315.htm>
26. Сергеев С.С. Новый метод измерения расплавов металлов. Наука и технологии в промышленности. №1, 2003.
27. Криксунов Л.З. Справочник по основам инфракрасной техники. М.: Сов. Радио, 1978.

Сведения об авторе:

Сергеев Сергей Сергеевич,
Кандидат технических наук,
Заслуженный работник промышленности МО
Генеральный директор ООО «ТЕХНО-АС»,
г. Коломна
Тел. (495) 221-45-04, (496) 615-16-90
E-mail: marketing@technoac.ru