

СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОЦЕНКИ СООТВЕТСТВИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИ КОНТРОЛЕ КАЧЕСТВА ПОКРЫТИЙ

© С. С. Голубев¹, Л. С. Бабаджанов², М. Л. Бабаджанова²

Статья поступила 31 января 2017 г.

В статье обоснована структура метрологического обеспечения оценки соответствия при контроле качества покрытий, основанная на системах обеспечения единства измерений величин, использованных для характеристик качества покрытий, показаны задачи и перечень основных работ.

Ключевые слова: покрытие; качество; метрологическое обеспечение; измерение.

Известно, что в нашей стране и в развитых государствах существует и функционирует индустрия использования разнообразных покрытий, имеющая межотраслевое значение [1].

¹ Росстандарт, Москва, Россия.

² ВНИИМС, Москва, Россия; e-mail: leon@vniims.ru

По назначению и функционированию покрытия бывают (ГОСТ 9.008–77): защитные (З), защитно-декоративные (ЗД), специальные (технические) С(Т), декоративные (Д), защитно-технические (ЗТ).

Разнообразные покрытия применяют для деталей изделий гражданского и военного назначения в авиа-

ционной, судостроительной, ракетно-космической, машиностроительной отраслях промышленности. При этом покрытия выполняют перечисленные выше функции, обеспечивая не только эстетику изделий, но и безопасность и надежность их работы.

При оценке качества покрытий проверяют соответствие их характеристик техническим требованиям, которые установлены в стандартах и НТД (ГОСТ 9.301–78, ГОСТ 9.032–79, ISO 1456–74, ISO 1457–74, ISO 2063–73, ISO 2082–73 и др.), и для этого применяют соответствующие стандартизованные методы и средства измерений и контроля характеристик покрытий (ГОСТ 9.302–88 и др.).

В таблице приведены характеристики качества покрытий, единицы измерений и поверочные схемы. При оценке качества покрытий рассматривают следующие виды характеристик: геометрические (Г) — 8 наименований, механические (М) — 16 наименований, физические (Ф) — 6 наименований, химические (Х) — 4 наименования, оптические (О) — 3 наименования, коррозионные (К) — 3 наименования, декоративные (Д) — 9 наименований.

Итого для оценки качества покрытий используют 49 разных характеристик 7 видов.

Большинство характеристик нормируют размерами, для них известна единица измерения физической величины и имеется соответствующая поверочная схема (см. таблицу).

Из таблицы видно, что при оценке качества покрытий в целом приходится измерять характеристики, оцениваемые разными физическими величинами, действуя при этом разные виды измерений. В частности, для оценки качества покрытий применяют 18 единиц основных и производных физических величин, а для измерений характеристик покрытий используют 27 видов измерений.

Метрологическое обеспечение оценки соответствия характеристик покрытий при контроле их качества должно учитывать это многообразие физических величин и видов измерений. Актуальные вопросы метрологического обеспечения контроля качества покрытий были сформулированы на межотраслевом рабочем совещании, проведенном по инициативе Росстандарта в г. Санкт-Петербурге 23–24 декабря 2015 г. [2].

Остановимся на термине «метрологическое обеспечение». Этот термин не используется в законе «Об обеспечении единства измерений» и в справочнике [3], однако он применяется в нормативных документах, технической литературе, диссертационных работах и т.п., поскольку достаточно полно отражает суть этой деятельности. Воспользуемся этим термином для оценки содержания метрологического обеспечения контроля качества покрытий.

Основные положения метрологического обеспечения, его цели и задачи были изложены в отменном ГОСТ 1.25–76 наряду с описанием планирования дея-

тельности и структуры органов, осуществляющих его практическую реализацию.

Попробуем распространить положения этого стандарта и на контроль качества покрытий с учетом состояния и особенностей данной области деятельности.

Анализ потребностей экономики страны в условиях рыночных отношений, требующих повышения производительности труда и качества продукции одновременно с экономией материальных, энергетических и трудовых ресурсов, достигнутого уровня и перспективы научно-технического прогресса, потребности отраслей промышленности в измерении характеристик покрытий, состояния парка средств измерений и его метрологического обеспечения позволил сформулировать цели и задачи, а также определить содержание деятельности по метрологическому обеспечению контроля качества покрытий.

Основной целью метрологического обеспечения оценки соответствия характеристик при контроле качества покрытий является обеспечение единства, точности и достоверности измерений их характеристик, что позволяет:

повысить качество покрытий;

эффективно управлять процессом нанесения различных покрытий;

взаимозаменять детали и узлы, имеющие покрытия;

повысить эффективность научно-исследовательских и опытно-инструкторских работ, связанных с разработкой новых видов покрытий, технологии их нанесения, определения диапазона и областей применения;

достоверно учитывать и эффективно использовать материалы покрытий и ресурсы при их нанесении.

Для эффективного достижения поставленных целей потребуются решение следующих основных задач:

1) разработка научно-методических, технико-экономических, правовых и организационных основ метрологического обеспечения оценки соответствия характеристик при контроле качества покрытий;

2) разработка требований к номинальным размерам характеристик покрытий и точности измерений;

3) проведение фундаментальных научных исследований по использованию физических эффектов для разработки методов и средств измерений характеристик покрытий с необходимой точностью;

4) учет современных требований к покрытиям при передаче применяемых для измерений характеристик покрытий единиц величин от государственного эталона рабочим эталонам и средствам измерений;

5) разработка, хранение и совершенствование недостающих эталонов единиц величины для областей измерений характеристик покрытий;

6) разработка, производство и обслуживание в процессе эксплуатации недостающих средств измерений характеристик покрытий;

Характеристики качества покрытий, единицы измерений и поверочные схемы

Виды характеристик покрытий	Наименование характеристики покрытий	Измеряемая величина	Размерность	Единица измерения		Поверочная схема
				Наименование	Обозначение	
Геометрические (Г)	Толщина	Длина	L	Метр	м (m)	Р 50.2.006-2001
	Шероховатость	Длина	L	Метр	м (m)	ГОСТ 8.296-78
	Пористость	Производная	n/L ²	Пористость	N/S	—
	Несплошность	Длина	L	Метр	м (m)	ГОСТ 8.763-11
	Волнистость	Длина	L	Метр	м (m)	ГОСТ 8.763-11
	Шарнесть	Длина	L	Метр	м (m)	ГОСТ 8.763-11
Механические (М)	Паропроницаемость	Производная	M/LT	Паропроницаемость	мг/(м · ч · Па) mg/(m · h · Pa)	—
	Маслоемкость	Производная	M/L ²	Маслоемкость	мг/мм ² (mg/mm ²)	—
	Адгезия	Производная	LM/T ²	Ньютон	Н (N)	ГОСТ Р 8.663-2009
	Микротвердость	Производная	H/L ²	Микротвердость по шкале Виккерса	HV	ГОСТ 8.063-2007
	Пластичность (эластичность)	Производная	L/L	Пластичность	—	—
	Износостойкость (прочность к истиранию)	Масса (длина)	M (L)	Килограмм (метр)	кг (m) [kg (m)]	ГОСТ 8.021-2005 ГОСТ 8.763-11
	Внутреннее напряжения	Производная	M/L/T ²	Паскаль	МПа (MPa)	—
	Масса	Масса	M	Килограмм	кг (kg)	ГОСТ 8.021-2005
	Наполнение	Производная	M/L ²	Наполнение	кг/дм ² (kg/mm ²)	—
	Водопоглощение	Производная	M/L ² /T ^{0,5}	И	кг/(м ² · ч ^{0,5})	—
Физические (Ф)	Прочность при изгибе	Длина	L	Метр	м (m)	ГОСТ 8.763-11
	Прочность при растяжении	Длина	L	Метр	м (m)	ГОСТ 8.763-11
	Поверхностная плотность	Производная	M/L ²	Поверхностная плотность	мг/м ² (mg/m ²)	ГОСТ 8.612-11
	Термостойкость	Температура	Θ	Кельвин	°K	ГОСТ 8.558-09
	Паяемость	Производная	LM/T ²	Ньютон	Н (N)	ГОСТ Р 8.66-09
	Удельное электрическое сопротивление	Производная	L ³ M/T ³ /I ²	Ом-метр	Ом · м (Ω · m)	ГОСТ Р 8.764-11
	Переходное электрическое сопротивление	Производная	L ² M/T ³ /I ²	Ом	Ом (Ω)	ГОСТ Р 8.764-11
	Пробивное электрическое напряжение	Производная	L ² M/T ³ /I	Вольт	В (V)	ГОСТ 8.832-13
	Сопротивление на емкость в электролитах	Производная	L ² M/T ³ /I ²	Ом	Ом (Ω)	ГОСТ Р 8.764-11
	Магнитная проницаемость	Производная	LM/T ² /I ²	Генри на метр	Г/м (H/m)	ГОСТ Р 8.768-11, 8.405-80
Теплоемкость	Производная	L ² M/T ² /Θ	Джоуль на Кельвин	Дж/К (J/K)	ГОСТ 8.178-85, 8.141-75, 8.159-75 ГОСТ Р 8.872-14	
Химические (Х)	Химсостав	Масса	M	Килограмм	кг (kg)	ГОСТ 8.021-2005
	Солестойкость	Длина	L	Метр	м (m)	ГОСТ 8.763-11
	Влагостойкость	Масса	M	Килограмм	кг (kg)	ГОСТ 8.021-2005
	Химическая стойкость в агрессивных средах	Производная	L ³ M/T ³ /I ²	Ом-метр	Ом · м (Ω · m)	ГОСТ Р 8.764-11
Оптические (О)	Коэффициент отражения	Производная	—	б/р	R1 - R4	—
	Блеск	Глосс (блеск)	—	%	GU	—
	Цвет	Координаты цвета	—	б/р	XYZ	ГОСТ 8.205-90
Коррозионные (К)	Коррозионная стойкость	Потеря массы	M/L ²	Масса	Масса	ГОСТ 8.021-2005
	Защитное свойство	Производная	—	Баллы	Баллы	—
	Коррозийный налет	Производная	—	Баллы	Баллы	—
Декоративные (Д)	Внешний вид	—	—	—	—	—
	Пигмент	Длина	L	Метр	м (m)	ГОСТ 8.763-11
	Изменение блеска	Глосс (блеск)	—	%	Баллы	—
	Изменение цвета	Координаты цвета	—	%	Баллы	ГОСТ 8.205-90
	Грязеудержание	Производная	—	—	Баллы	—
	Меление	Производная	—	—	Баллы	—
	Разнооттеночность	Производная	—	—	Баллы	—
Неоднородность рисунка	Производная	—	—	Баллы	—	
Устойчивость (стойкость)	Длина	L	Метр	Баллы м (m)	—	ГОСТ 8.763-11

7) метрологическая экспертиза технических заданий на разработку эталонных средств измерений характеристик покрытий, нормативно-технической и методической документации;

8) разработка методик и требований к условиям выполнения измерений характеристик покрытий;

9) разработка методик и проведение испытаний эталонных и рабочих средств измерений характеристик покрытий;

10) организация и проведение поверки и калибровки средств измерений характеристик покрытий;

11) стандартизация основных положений, норм, правил, терминологии, номенклатуры и значений показателей качества покрытий;

12) разработка государственных, отраслевых и ведомственных программ метрологического обеспечения и стандартизации, организация и координация работ по их выполнению;

13) осуществление международного сотрудничества в области измерений характеристик покрытий, сличение эталонов единиц величин, характеризующих параметры покрытий;

14) организация и осуществление подготовки и повышения квалификации кадров в области контроля качества покрытий.

Вышеуказанные задачи можно классифицировать следующим образом по характеру деятельности: научно-исследовательские, опытно-конструкторские, научно-методические, организационные, учебные.

В настоящее время существуют системы метрологического обеспечения измерений физических величин и соответствующие поверочные схемы. Очевидно, что метрологическое обеспечение измерений характеристик покрытий (M_{Π}) должно опираться на системы метрологического обеспечения видов измерений, применяемых для определения характеристик покрытий.

Формально это можно математически выразить как объединение $M_{\Pi} = \cup M_i$, где M_i — система метрологического обеспечения соответствующего i -го вида измерений характеристик покрытий.

Отсюда следует, что проблема метрологического обеспечения качества покрытий, предусматривающего оценку соответствия требованиям в заданных пределах погрешности большого числа характеристик покрытий, является с метрологических позиций весьма

объемной. Она охватывает большое число видов измерений, требующих соответствующего уровня метрологического обеспечения этих видов измерений с учетом особенностей и возможности измерений большого числа характеристик покрытий.

Очевидно, что эта проблема является межотраслевой и должна решаться согласованно при участии в соответствии со специализацией ряда метрологических организаций Росстандарта с привлечением заинтересованных организаций отраслей промышленности.

Учитывая важность проблемы метрологического обеспечения контроля качества покрытий, для координации работы в данной области Росстандарт создал в 2016 г. межотраслевую Комиссию в области измерения параметров покрытий, которая провела первое заседание 20 сентября 2016 г. в Санкт-Петербурге.

Таким образом, метрологическое обеспечение оценки соответствия характеристик при контроле качества покрытий является важной и весьма объемной межотраслевой проблемой, зависит от состояния метрологического обеспечения независимых видов измерений основных и производных величин, характеризующих качество покрытий, и должна решаться согласованно метрологическими организациями в соответствии со специализацией по видам измерений при координации работ «Комиссией в области измерения параметров покрытий».

ЛИТЕРАТУРА

1. Бабаджанов Л. С., Бабаджанова М. Л. Метрологическое обеспечение измерений толщины покрытий. Теория и практика. — М.: ИПК Изд-во стандартов, 2004.
2. Голубев С. С., Бабаджанов Л. С., Гоголинский К. В., Сясько В. А. Актуальные вопросы метрологического обеспечения контроля качества покрытий / Законодательная и прикладная метрология. 2017. № 1.
3. РМГ 29–2013 ГСИ. Метрология. Основные термины и определения. — М.: Стандартинформ, 2014.

REFERENCES

1. Babadzhanov L. S., Babadzhanova M. L. Metrological assurance of coatings thickness measurements. Theory and practice. — Moscow: IPK Izd. Standartov, 2004 [in Russian].
2. Golubev S. S., Babadzhanov L. S., Gogolinskii K. V., Syas'ko V. A. Actual questions of coatings quality control metrological assurance / Zakonodat. Prikl. Metrol. 2017. N 1 [in Russian].
3. RMG 29–2013 GSI. Metrology. Main terms and definitions. — Moscow: Standartinform, 2014 [in Russian].