

УДК 621.6.09:534.01

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ КОНТРОЛЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

© Семенова А.Ю., Снежко А.А.

Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, г. Красноярск, Российская Федерация

e-mail: ms.semen2013@mail.ru

При производстве ракетной техники и летательных аппаратов особое значение приобретает контроль качества, в том числе контроль фактического состава материала, выступающий гарантом повышения ресурса работы космических аппаратов в критических условиях.

Совершенствование системы входного контроля качества промышленного предприятия позволяет исключить возможности проникновения в производство сырья, материалов, полуфабрикатов, комплектующих изделий, инструмента с отступлениями от требований к качеству, отраженных в договорных обязательствах [1].

Входной контроль начинается с определения механических характеристик, после чего проводят анализ химического состава металлов и сплавов, применяя следующие методы.

1. Метод мокрой химии. Является арбитражным методом. Самый точный, но при этом дорогостоящий и длительный. Проба не сохраняется. Требуется пробоподготовка, очень высокие требования к квалификации персонала.

2. Стилоскопирование. Является качественным экспресс-методом. Основные недостатки: субъективность, сложность обучения персонала, невозможность работать с деталями, т. к. на образце остается глубокий прожог. Стилоскоп относится к визуальному эмиссионному спектральному анализу. По сути, он является простейшим спектральным анализатором. Назначение этого прибора – визуальный качественный и в лучшем случае полуколичественный спектральный анализ металлов и сплавов в видимой области спектра, к точности которого не предъявляется серьезных требований. Вследствие того что химический состав материалов анализируется визуально и только потом делается вывод о принадлежности материалов к определенной группе марок, велика часть субъективного фактора в достоверности результатов анализа. Кроме того, имеется определенная сложность в подготовке стилоскописта в силу специфики оборудования.

3. Оптико-эмиссионный. Приборы, реализующие данный метод получили широкое распространение. Точность анализа при должной пробоподготовке и использовании защитной среды (инертного газа) достигает точности метода мокрой химии. При этом требования к квалификации обслуживающего персонала ниже. Также большим плюсом является скорость анализа, повторяемость и лабораторная прецизионность метода.

4. Измерение электропроводности. В металловедении электропроводность с давних пор рассматривалась как ценный вспомогательный параметр для изучения состава и свойств материалов. Вихретоковый измеритель определенного типа позволяет установить зависимость электропроводности металлов от наличия различных примесей и решить обратную задачу – по электропроводности и составу примесей определить их количество [2].

Для одной и той же марки сплава наблюдается разброс в показаниях электропроводности до $2\div 3$ м/Ом·мм² [3]. Это объясняется существенными флуктуациями содержания примеси в составе сплава. Определить доверительный

интервал значений электропроводности каждого сплава можно статистическими методами обработки данных.

Такой неразрушающий метод не требует изготовления специальных образцов и дает возможность в течение нескольких секунд измерить электропроводность на любом участке детали. Эффективный недорогой метод подтверждения оригинальности деталей, выполняемый посредством портативного оборудования, может стать дополнением метрологического обеспечения качества контроля химического состава.

5. Одним из перспективных методов обеспечения выполнения многокомпонентных исследований атомарного состава сталей является рентгенофлуоресцентный анализ (РФА) [4]. РФА основан на сборе и последующем анализе спектра, возникающего при облучении исследуемого материала рентгеновским излучением. Данный метод позволяет ввести 100 %-ный входной контроль металлических материалов при высокой производительности и приемлемой точности анализа, не требует сложной пробоподготовки и квалификации персонала. Анализатор исключает субъективный фактор на результат испытания. Такой метод анализа дает возможность проведения не только качественного, но и полуколичественного анализа любых металлов [5].

Особенно широко применяются мобильные РФ-анализаторы. Портативный РФ-анализатор (например, X-MET 8000) имеет ряд преимуществ: отсутствие видимых повреждений пробы; портативность; возможность проводить анализ разнообразных форм и размеров; исключение ошибок субъективного восприятия зрительной информации; наглядное отображение всех найденных элементов образца в сравнении с подходящей маркой материала выбранной из библиотеки марок, имеющейся в памяти прибора.

Портативный РФ-анализатор неточно определяет концентрации элементов ниже 1 %. Это ограничение не позволяет проводить полную сортировку и анализ углеродистых и низколегированных сталей. Для ответственных деталей из данных материалов рекомендуются к использованию оптико-эмиссионные анализаторы типа РМI-master. Современная цифровая автоматическая обработка спектра и использование инертного газа (аргона) позволит проводить более точный анализ любых типов сталей. К недостаткам можно отнести дороговизну прибора.

Для контроля химического состава продукции из металлических материалов наиболее эффективным является РФА, выполняемый на портативном X-MET 8000, когда он совмещен с методом контроля химического состава через электропроводность вихретоковым измерителем, или оптико-эмиссионный анализ на приборах типа РМI-master.

Библиографический список

1. Входной контроль металла. URL: http://www.synercon.ru/catalog/statii/statii/vhodnoi_kontrol (дата обращения: 20.03.2021).
2. Контроль и влияние примеси на электропроводность некоторых металлов. URL: <https://helpiks.org/3-77697.html> (дата обращения: 24.05.2020).
3. ГОСТ 27333-87 Контроль неразрушающий. Измерение удельной электрической проводимости цветных металлов вихретоковым методом. Контроль неразрушающий. Методы: Сборник стандартов. М.: ИПК Издательство стандартов, 2005.
4. Золотов Ю.А. О развитии рентгенофлуоресцентного анализа в России // Аналитическая химия. 2015. Т. 70, № 1. С. 5.
5. ИОТ № 90-188-2016 для лаборантов спектрального анализа. М.: АО «Красмаш», 2016.