

ЕСТЕСТВЕННЫЕ НАУКИ

Ваниров Владимир Васильевич

д-р техн. наук, профессор, заведующий кафедрой

Куроптев Вадим Андреевич

инженер

ФГБОУ ВПО «Петрозаводский государственный университет»

г. Петрозаводск, Республика Карелия

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕКТРОННОЙ МИКРОСКОПИИ ПОВЕРХНОСТИ СТАЛИ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ЗАПОРНОЙ АРМАТУРЫ

Аннотация: в данной работе приведены методы исследования с помощью электронной микроскопии поверхности образцов стали, используемой при изготовлении запорной арматуры.

Ключевые слова: запорная арматура, исследования, электронная микроскопия.

В рамках проекта по созданию высокотехнологичного производства шиберных и клиновых задвижек для предприятий атомной, тепловой энергетики и нефтегазовой отрасли, выполняемого ПетрГУ совместно с инжиниринговой компанией «АЭМ-технологии» по договору №02.G25.31.0031 при поддержке Минобрнауки РФ [1–5], с помощью электронной микроскопии исследованы поверхности образцов стали, используемой при изготовлении запорной арматуры.

В качестве инструмента для проведения исследований использовался аналитический комплекс на основе сканирующего электронного микроскопа с ЭДС «Hitachi SU1510» (производитель – Hitachi High-Technologies Corporation (Япония)) совместно с модулями пробоподготовки, напыления металлов и охлаждения/нагрева образцов. Вакуумная система оборудована высокопроизводительным турбомолекулярным насосом и не требует водяного охлаждения. Дизайн камеры образца позволяет проводить одновременную установку и работу

EDX-, WDX- и EBSD-детекторов (для методов элементного анализа поверхности веществ – энергодисперсионной и волнодисперсионной рентгеновской спектроскопии, спектроскопии обратноотраженных электронов; в т. ч. двух симметричных детекторов EDX).

Комплекс состоит из собственно микроскопа и компьютера, оснащенного специальным программным обеспечением. В основе работы микроскопа лежит процесс сканирования поверхности объекта сфокусированным электронным пучком. К ключевым свойствам СЭМ «Hitachi SU1510» с установленными модулями согласно паспорту относятся: «разрешение до 2 нм при ускоряющем напряжении 30 кВ в глубоком вакууме и до 3 нм при работе с обратно рассеянными электронами и давлении 270 Па; моторизованный столик образца с возможностью перемещения по 5 осям, наклоном образца от – 20 до + 90 градусов; возможность исследовать образец диаметром до 153 мм и высотой до 60 мм; возможность пробоподготовки, напыления металлов и охлаждения/нагрева образцов; интегрированный EDX-детектор для проведения энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии (элементный анализ поверхности исследуемого материала); возможность работы в режиме SE2-детектор закреплен на стенке измерительной камеры и улавливает вторичное излучение электронов и вторично возбужденное излучение, исходящее от образца после попадания и прохождения через него первичного электронного пучка. Является предпочтительным режимом для получения точных характеристик о рельефе поверхности сканируемого образца; работа в режиме BSE-детектор расположен совместно с последней электромагнитной линзой на конусе колонны электронной пушки и проводит сканирование по энергии и углу наклона. Дает наилучшие результаты о наличии включений на поверхности сканируемого образца. Позволяет делать контрастные снимки при низких значениях ускоряющего напряжения; стандартный режим VP (режим переменного вакуума); полная автоматизация всех функций (автоматическое насыщение катода, автофокус, автоматическая регулировка луча по осям и другие); сокращенное время для замены образца (до 90 с) и отсутствие необходимости в водяном контуре за счет использования турбомолекулярного насоса.

Комплекс предоставляет возможность автоматически управлять перемещением образца и создавать разрежение, просматривать изображения (даже при максимальной скорости сканирования), выбирать режимы сканирования: TV (сканирование с получением телевизионного изображения), FAST (быстрое сканирование), Slow (медленное сканирование) и сканирование ограниченной площади (320×240 пикселей) изображения).

Запись изображений производится в память размером 640×4800, 1280×960, 2560×1920 и 5120×3840 пикселей, в форматах BMP, TIFF и JPEG. В дальнейшем с помощью программы SEM Data Manager, обслуживающей работу с банками изображений, производится обработка изображений, показ в виде поля с пиктограммами и т. д.

Функции, доступные в режиме сканирования: фотографирование изображений; выполнение автоматической настройки яркости и контраста; выполнение автоматического фокусирования; производится автоматическая коррекция астигматизма; выбор скорости сканирования; регистрируется текущее положение столика; выбор детектора: SE (детектор вторичных электронов), BSE (детектор обратно рассеянных электронов) или optional (прочие детекторы, в т. ч. определяющие элементный состав).

На результаты исследования могут влиять: рассеянное магнитное поле (от 140 до 820 нТл в зависимости от напряжения и степени увеличения), вибрация (амплитуда до 2 мкм в зависимости от частоты и типа столика), шумы в сети питания, акустические волны (влияют на просмотр изображений).

Список литературы

1. Васильев А.С. Некоторые особенности технических решений на конструкции клиновых задвижек для магистральных трубопроводов предприятий атомной, тепловой энергетики, нефтегазовой промышленности / А.С. Васильев, И.Р. Шегельман, П.О. Щукин // Инженерный вестник Дона. – 2013. – №3 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: ivdon.ru/magazine/archive/n3y2013/1827.

2. Воронин А.В. О стратегии повышения инновационного взаимодействия университетов с промышленностью / А.В. Воронин, И.Р. Шегельман, П.О. Щукин // Перспективы науки. – 2013. – №6 (45). – С. 5–8.

3. Некоторые направления патентования корпусов штампосварных клиновых задвижек для магистральных трубопроводов предприятий атомной, тепловой энергетики, нефтегазовой промышленности / А.С. Васильев, И.Р. Шегельман, П.О. Щукин, Ю.В. Суханов // Инженерный вестник Дона. – 2014. – №1 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: ivdon.ru/magazine/archive/n1y2014/2245.

4. Специфика проекта по созданию высокотехнологичного производства шиберных и клиновых задвижек для предприятий атомной, тепловой энергетики и нефтегазовой отрасли / И.Р. Шегельман, М.В. Корчагин, Г.Н. Колесников, П.О. Щукин // Перспективы науки. – 2013. – №8 (47). – С. 103–105.

5. Шегельман И.Р. Некоторые аспекты проектирования запорной арматуры для предприятий атомной, тепловой энергетики и нефтегазовой отрасли / И.Р. Шегельман, А.С. Васильев, П.О. Щукин // Наука и бизнес: пути развития. – 2013. – №8 (26). – С. 94–96.