

Белякова Евгения Владимировна

студенка

Научный руководитель

Орлов Алексей Вениаминович

канд. техн. наук, доцент, доцент

Стерлитамакский филиал

ФГБОУ ВО «Башкирский государственный университет»

г. Стерлитамак, Республика Башкортостан

КАК РАБОТАЮТ СКАНИРУЮЩИЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ МИКРОСКОПЫ?

***Аннотация:** основное внимание в работе акцентируется на анализе сканирующего электронного микроскопа (СЭМ). Автором рассмотрены преимущества и недостатки использования СЭМ.*

***Ключевые слова:** Ключевые слов: сканирующий электронный микроскоп, просвечивающий электронный микроскоп, оптический микроскоп.*

В 1993 году Чарльз Смиттарт был осужден за убийство 11-летней девочки в городе Гленналлен, Аляска. Прокуроры заподозрили Смитарта после того, как он был замечен на месте преступления, но у них не было никаких доказательств, напрямую связывающих его с убийством. Вот где появился сканирующий электронный микроскоп (СЭМ).

Используя детектор рентгеновской спектроскопии СЭМ, судмедэксперт проанализировал куски железа, найденные на месте преступления. Он обнаружил, что они имеют шаровидную форму, которую можно получить только при сварке или шлифовании. Как оказалось, у Смиттара была сварочная установка в его магазине, и он иногда ремонтировал велосипеды для местных детей. Благодаря огромным возможностям сканирования электронных микроскопов у прокуроров были доказательства, необходимые для связи Смиттара с преступлением.

Почему СЭМ, а не обычный световой или оптический микроскоп из местной средней школы, был необходим для изучения доказательств суда Смиттара? С одной стороны, СЭМ могут увеличивать объекты в 300 000 раз больше размера

изучаемого объекта. Ученые называют это число силой увеличения и обозначают ее, например, как 300 000 х. Напротив, обычные оптические микроскопы имеют тенденцию к увеличению в несколько сотен раз. СЭМ также имеют огромную глубину резкости по сравнению с традиционными микроскопами, обеспечивая исследователям почти трехмерное изображение для анализа по сравнению с более плоским изображением, полученным оптическим микроскопом. Наконец, эти современные микроскопы могут смотреть сквозь поверхность объекта, сообщая исследователям информацию о его составе. Все эти признаки оказались необходимыми при изучении доказательств по делу Смиттара.

Конечно, СЭМ также имеют свои недостатки, такие как стоимость. Даже самые дешевые из них стоят десятки тысяч долларов. Они также громоздкие и сложные инструменты, требующие значительного опыта для работы. В результате их использование обычно ограничивается исследовательскими и промышленными приложениями.

Развитие СЭМ началось скорее с хныканья, чем со взрыва. Когда технология была впервые представлена в 1935 году, группу специалистов по маркетингу попросили оценить потенциал нового инструмента на рынке. После опроса научного сообщества эксперты по маркетингу были не слишком оптимистичны. По их оценкам, требуется не более 10 устройств по всему миру. Как оказалось, эксперты сильно недооценили потенциал СЭМ и, к счастью, их суровые перспективы не смогли помешать дальнейшему развитию технологии. В результате более 50 000 СЭМ заполняют лаборатории и предприятия по всему миру. Так как же СЭМ прошли путь от устаревшего состояния до необходимых инструментов исследования, которыми они являются сегодня?

Во-первых, ученые выдвинули оптические микроскопы до предела. Оптические микроскопы существовали на протяжении веков, и хотя вы все еще можете найти их в классных комнатах по всей стране, их зависимость от света стала проблемой. Склонность света к дифракции или изгибу вокруг краев оптических линз ограничивает возможности увеличения и разрешение оптических микроскопов. В результате ученые начали разрабатывать новые способы исследования

микроскопического мира вокруг них и в 1932 году создали первый в мире просвечивающий электронный микроскоп. Этот прибор направляет пучок электронов через исследуемый образец, а затем проецирует полученное изображение на флуоресцентный экран. ПЕМ, как вы можете догадаться, имеют много общего с СЭМ и до того, как СЭМ были разработаны, прошло всего несколько лет.

Поскольку к моменту появления СЭМ разработка ПЕМ шла полным ходом, последние изначально считались ненужными. Профессору инженерных наук Кембриджского университета К.В. Оатлей потребовалось непоколебимое решение, чтобы продвинуть новый микроскоп вперед. Работая в тесном сотрудничестве с несколькими своими коллегами и аспирантами, Оатли смог продемонстрировать как потенциал увеличения СЭМ, так и удивительное качество 3D-изображений, которые он создавал. Сегодня СЭМ обычно используются в таких задачах, как проверка полупроводников на наличие дефектов или изучение работы насекомых.

Список литературы

1. Бретон Б.С. Ранняя история и развитие сканирующего электронного микроскопа [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www2.eng.cam.ac.uk/~bcb/history.htm>
2. Понимание того, как работает SEM и как использовать его на уровне колледжа. – Университет штата Айова [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://mse.iastate.edu/microscopy/college.html>
3. Новый электронный микроскоп идентифицирует отдельные атомы с цветовой кодировкой. 22 февраля 2008 г. / Наука Ежедневно [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.sciencedaily.com/releases/2008/02/080221153725.htm>
4. Как работают сканирующие электронные микроскопы [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wordssidekick.com/25880-how-scanning-electron-microscopes-work> (дата обращения: 27.03.2020).