**Практическое занятие 1**

ИЗОБРАЖЕНИЕ СТРУКТУРЫ МЕТАЛЛА

Цель работы – разобрать принципиальную схему металлографического микроскопа, получение изображения микроструктуры, масштаб изображения.

***масштаб изображения*** - отношение линейного размера изображения к линейному размеру предмета.

***металлографический микроскоп -*** Специфика металлографического исследования заключается в необходимости наблюдать структуру поверхности непрозрачных тел. Поэтому микроскоп построен по схеме отраженного света, где имеется специальный осветитель установленный со стороны объектива. Система призм и зеркал направляет свет на объект, далее свет отражается от не прозрачного объекта и направляется обратно в объектив.

***поверхность металлического образца (шлифа):***

-полированная гладкая поверхность, специально подготовленная для микроскопического исследования;

-протравленная рельефная поверхность с целью выявления границ зёрен и различных структурных составляющих.

***разрешающая способность микроскопа -*** это способность микроскопа выдавать чёткое раздельное изображение двух близко расположенных точек объекта. Эта характеристика определяется прежде всего длиной волны используемого в микроскопии излучения (видимое, ультрафиолетовое, рентгеновское излучение). Фундаментальное ограничение заключается в невозможности получить при помощи электромагнитного излучения изображение объекта, меньшего по размерам, чем длина волны этого излучения.

***структура металла -***  строение металлов и сплавов, которое характеризуется наличием фаз (и дефектов в случае их возникновения в процессе получения металла (изделий)), их количеством, взаиморасположением и формой.

***увеличение микроскопа -*** это произведение увеличений объектива и окуляра. Если между объективом и окуляром есть дополнительная увеличивающая система, то общее увеличение микроскопа равно произведению значений увеличений всех оптических систем, включая промежуточные: объектива, окуляра, бинокулярной насадки, оптовара или проекционных систем.

Гм = βоб \* Гок \* q1 \* q2 \* ...,

где Гм — общее увеличение микроскопа, βоб — увеличение объектива, Гок — увеличение окуляра, q1, q2... — увеличение дополнительных систем.

Увеличение зависит от наблюдателя. Оно определяется углом, под которым наблюдатель видит объект или изображение, и зависит от расположения этого объекта (или изображения) относительно глаза.

Принято, что увеличение равно единице, когда объект находится в плоскости наилучшего зрения невооруженным глазом. Для нормального глаза эта плоскость расположена на расстоянии приблизительно 250 мм. Если расстояние между объектом и глазом больше, то объект будет казаться меньшим, и наоборот.

Следовательно, если говорить, что микроскоп дает увеличение 500, это значит, что действительное изображение объекта, даваемое микроскопом и расположенное в плоскости наилучшего зрения, кажется невооруженному глазу в 500 раз большим, чем сам объект, находящийся на том же расстоянии.

***электронный микроскоп -*** прибор, который позволяет получать сильно увеличенное изображение объектов, используя для их освещения электроны. Электронный микроскоп (ЭМ) дает возможность видеть детали, слишком мелкие, чтобы их мог разрешить световой (оптический) микроскоп. ЭМ – один из важнейших приборов для фундаментальных научных исследований строения вещества, особенно в таких областях науки, как биология и физика твердого тела.

Существуют три основных вида ЭМ. В 1930-х годах был изобретен обычный просвечивающий электронный микроскоп (ОПЭМ), в 1950-х годах – растровый (сканирующий) электронный микроскоп (РЭМ), а в 1980-х годах – растровый туннельный микроскоп (РТМ). Эти три вида микроскопов дополняют друг друга в исследованиях структур и материалов разных типов.

**Обычный просвечивающий электронный микроскоп (ОПЭМ)** во многом схож со световым микроскопом. Отличие между ними в том, что для освещения образцов в ОПЭМ используется не свет, а пучок электронов. В состав обычного просвечивающего электронного микроскопа входят: электронный прожектор, ряд конденсорных линз, объективная линза и проекционная система, которая соответствует окуляру, но проецирует действительное изображение на люминесцентный экран или фотографическую пластинку. Источником электронов обычно является нагреваемый катод из вольфрама или гексаборида лантана. Катод электрически изолирован от остальной части прибора, и электроны ускоряются сильным электрическим полем. Эта часть прибора носит название электронного прожектора. В колонне микроскопа, где движутся электроны, должен быть обеспечен вакуум, так как электроны сильно рассеиваются веществом. Здесь поддерживается давление не выше чем одна миллиардная атмосферного давления.

**Растровый (сканирующий) электронный микроскоп (РЭМ)** — прибор, основанный на принципе взаимодействия электронного пучка с веществом, предназначенный для получения изображения поверхности объекта с высоким пространственным разрешением (несколько нанометров), а также о составе, строении и некоторых других свойствах приповерхностных слоёв.

Принцип работы РЭМ, заключающийся в сканировании поверхности образца сфокусированным электронным пучком и анализе отраженных от поверхности частиц и возникающего в результате взаимодействия электронов с веществом рентгеновского излучения. Анализ частиц позволяет получать информацию о рельефе поверхности, о фазовом различии и кристаллической структуре приповерхностных слоёв. Анализ рентгеновского излучения, возникающего в процессе взаимодействия пучка электронов с образцом дает возможность качественно и количественно охарактеризовать химический состав приповерхностных слоёв.

**Растровый туннельный микроскоп (РТМ).** В этом микроскопе тоже используется металлическое острие малого диаметра, являющееся источником электронов. В зазоре между острием и поверхностью образца создается электрическое поле. Число электронов, вытягиваемых полем из острия в единицу времени (ток туннелирования), зависит от расстояния между острием и поверхностью образца (на практике это расстояние меньше 1 нм). При перемещении острия вдоль поверхности ток модулируется. Это позволяет получить изображение, связанное с рельефом поверхности образца. Если острие заканчивается одиночным атомом, то можно сформировать изображение поверхности, проходя атом за атомом.

РТМ может работать только при условии, что расстояние от острия до поверхности постоянно, а острие можно перемещать с точностью до атомных размеров. Вибрации подавляются благодаря жесткой конструкции и малым размерам микроскопа (не более кулака), а также применению многослойных резиновых амортизаторов. Высокую точность обеспечивают пьезоэлектрические материалы, которые удлиняются и сокращаются под действием внешнего электрического поля. Подавая напряжение порядка 10–5 В, можно изменять размеры таких материалов на 0,1 нм и менее. Это дает возможность, закрепив острие на элементе из пьезоэлектрического материала, перемещать его в трех взаимно перпендикулярных направлениях с точностью порядка атомных размеров.