

Рис. 1. Электронный микроскоп просвечивающего типа (ПЭМ): 1—электронная пушка с ускорителем; 2—конденсорные линзы; 3—объективная линза; 4—проекционные линзы; 5—световой микроскоп, дополнительно увеличивающий изображение, наблюдаемое на экране; 6—тубус со смотровыми окнами, через которые можно наблюдать изображение; 7—высоковольтный кабель; 8—вакуумная система; 9—пульт управления; 11—высоковольтное питающее устройство; 12—источник питания линз.

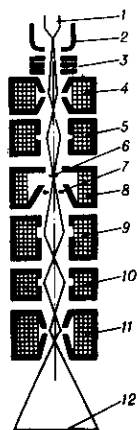
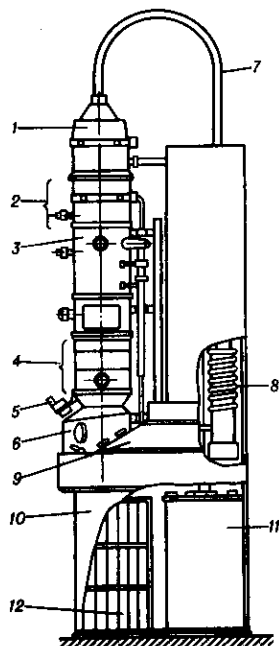


Рис. 2. Электронно-оптическая схема ПЭМ: 1—катод; 2—фокусирующий цилиндр; 3—ускоритель; 4—первый (короткофокусный) конденсор, создающий уменьшенное изображение источника электронов; 5—второй (длиннофокусный) конденсор, который переносит уменьшенное изображение источника электронов на объект; 6—объект; 7—апертурная диафрагма объектива; 8—объектив; 9, 10, 11—система проекционных линз; 12—католюминесцентный экран.

щие линзы создают второе, третье и т. д. изображения. Последняя—проекционная—линза формирует изображение на католюминесцентном экране, который светится под воздействием электронов. Степень и характер рассеяния электронов неодинаковы в различных точках объекта, т. к. толщина, плотность, структура и хим. состав объекта меняются от точки к точке. Соответственно изменяется число электронов, прошедших через апертурную диафрагму, а следовательно, и плотность тока на изображении. Возникает амплитудный контраст, к-рый преобразуется в световой контраст на экране. В случае тонких объектов превалирует *фазовый контраст*, вызываемый изменением фаз волн де Бройля, рассеянных в объекте и интерферирующих в плоскости изображения. Под экраном Э. м. расположен магазин с фотопластинками, при фотографировании экран убирается и электроны воздействуют на фотоэмульсионный слой. Изображение фокусируется объективной линзой с помощью плавной регулировки тока, изменяющей её магн. поле. Токами др. электронных линз регулируется увеличение Э. м., к-рое равно произведению увеличений всех линз. При больших увеличениях яркость свечения экрана становится недостаточной и изображение наблюдают с помощью усилителя яркости. Для анализа изображения производится аналогово-цифровое преобразование содержащейся в нём информации и обработка на компьютере. Усиленное и обработанное по заданной программе изображение выводится на экран компьютера и при необходимости вводится в запоминающее устройство.

Упрощённые ПЭМ предназначены для науч. исследований, в к-рых не требуется высокая разрешающая способность. Их используют также для предварт. просмотра объектов, рутинной работы и в учебных целях. Эти приборы просты по конструкции (один конденсор, 2—3 электронные линзы для увеличения изображения объекта), имеют меньшее (60—100 кВ) ускоряющее напряжение

и более низкую стабильность высокого напряжения и токов линз. Их разрешающая способность 0,5—0,7 нм.

Сверхвысоковольтные Э. м. (СВЭМ)—приборы с ускоряющим напряжением от 1 до 3,5 МВ—представляют собой крупногабаритные сооружения высотой от 5 до 15 м. Для них оборудуют спец. помещения или строят отдельные здания, являющиеся составной частью комплекса СВЭМ. Первые СВЭМ предназначались для исследования объектов большой (1—10 мкм) толщины, при к-рой сохраняются свойства массивного твёрдого тела. Из-за сильного влияния хроматич. aberrаций разрешающая способность таких Э. м. снижается. Однако по сравнению со 100-киловольтными Э. м. разрешение изображения толстых объектов в СВЭМ в 10—20 раз выше. Так как энергия электронов в СВЭМ больше, то длина их волны меньше, чем в ПЭМ высокого разрешения. Поэтому после решения сложных техн. проблем (на это ушло не одно десятилетие) и реализации высокой виброустойчивости, надёжной виброизоляции и достаточной механ. и электр. стабильности на СВЭМ была достигнута самая высокая (0,13—0,17 нм) для просвечивающих Э. м. разрешающая способность, позволявшая фотографировать изображения атомарных структур. Однако сферич. aberrация и дефокусировка объектива искажают изображения, полученные с предельным разрешением, и мешают получению достоверной информации. Этот информационный барьер преодолевается с помощью фокальных серий изображений, к-рые получают при разл. дефокусировке объектива. Параллельно для тех же дефокусировок проводят моделирование изучаемой атомарной структуры на компьютере. Сравнение фокальных серий с сериями модельных изображений помогает расшифровать микрофотографии атомарных структур, сделанные на СВЭМ с предельным разрешением. На рис. 3 представлена схема СВЭМ, разме-

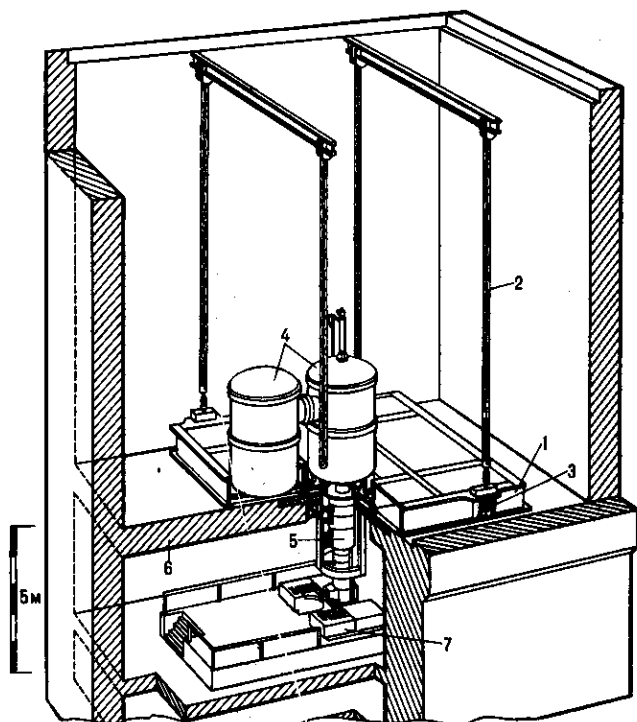


Рис. 3. Сверхвысоковольтный электронный микроскоп (СВЭМ): 1—виброизолирующая платформа; 2—цепи, на которых висит платформа; 3—амортизирующие пружины; 4—баки, в которых находятся генератор высокого напряжения и ускоритель электронов с электронной пушкой; 5—электронно-оптическая колонна; 6—перекрытие, разделяющее здание СВЭМ на верхний и нижний залы и защищающее персонал, работающий в нижнем зале, от рентгеновского излучения; 7—пульт управления микроскопом.