

кантилевера. Таким образом, регистрируя величину изгиба, можно сделать вывод о рельефе поверхности.

Изгиб консоли контролируется высокоточными оптическими методами. Для этого на конце кантилевера расположена зеркальная площадка, от которой отражается луч лазера. Когда зонд опускается и поднимается на неровностях поверхности, отраженный луч отклоняется, и это отклонение регистрируется фотодиодом, сигнал с которого поступает в фотодетектор. Сила, с которой зонд взаимодействует с атомами поверхности, измеряется пьезодатчиком (не показанным на рисунке). Данные фотодетектора и пьезодатчика

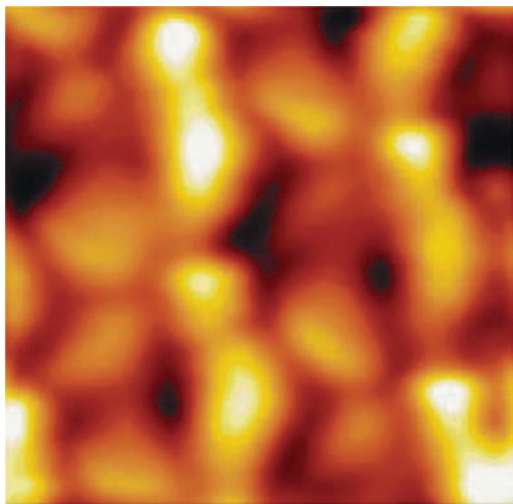


Рис. 1.4

используются в системе обратной связи, которая может обеспечивать, например, постоянную величину силы взаимодействия между зондом и поверхностью образца.

В результате можно построить объемный рельеф поверхности образца в режиме реального времени. Разрешающая способность данного метода составляет примерно 0,1–1 нм по горизонтали и 0,01 нм по вертикали.

На рис. 1.4 показано изображение поверхности тонкой пластинки из золота. Отчетливо видны области атомарных размеров, указывающие на местоположение отдельных атомов.

Взаимодействие атомов и молекул. Молекула является наименьшей частицей вещества, обладающей всеми его химическими свойствами. Она состоит из атомов, которые, в свою очередь, состоят из атомных ядер, окруженных определенным числом внутренних и внешних валентных электронов. Последние образуют химические связи, имеющие электростатическую природу.

На больших расстояниях между атомами силы их взаимодействия пренебрежимо малы. При сближении атомы начинают действовать друг на друга, при этом, как отмечалось ранее, возникают силы двух типов: притяжения и отталкивания.

На рис. 1.5 *a* показана зависимость силы притяжения $F_1(r)$, силы отталкивания $F_2(r)$ и результирующей силы $F(r) = F_2(r) - F_1(r)$ от расстояния r между центрами атомами. Природа сил притяжения определяется характером химической связи между атомами (см. далее). По мере сближения атомов их наружные электронные оболочки начнут перекрываться, что приведет к возрастанию сил отталкивания. Расстояние r_0 , при котором суммарная сила равна нулю, соответствует положению равновесия. По порядку величины $r_0 \sim 1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ м}$.

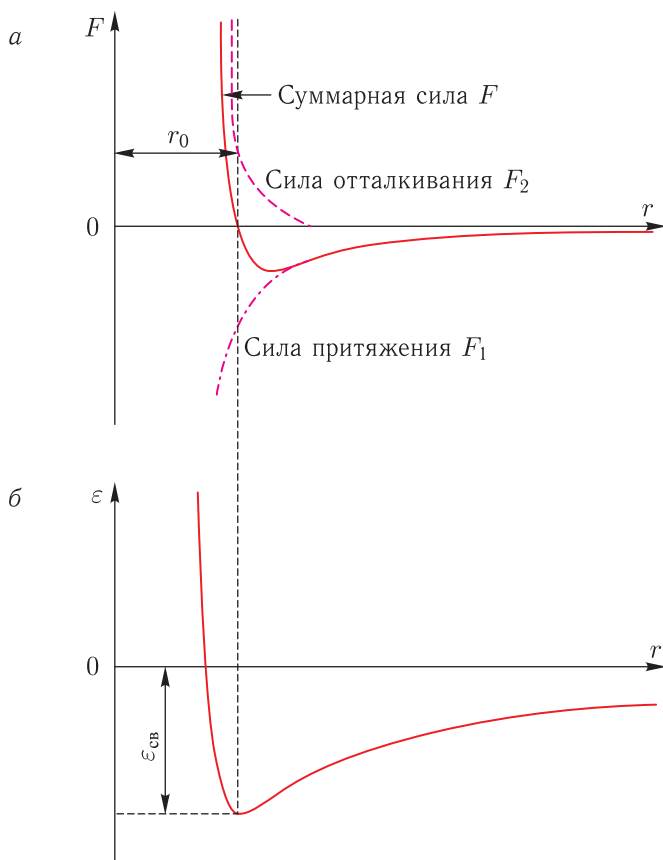


Рис. 1.5

Потенциальная энергия $\epsilon(r)$ системы двух взаимодействующих атомов равна

$$\epsilon(r) = \int_r^{\infty} F(r) \cdot dr,$$

и ее зависимость от расстояния изображена на рис. 1.5 б. Минимальное значение этой энергии называется *энергией связи* $\epsilon_{\text{св}}$. Энергия связи равна энергии, которую необходимо затратить, чтобы развести атомы в молекуле на бесконечно большое расстояние друг от друга. Ее обычно выражают в кДж/моль (или в ккал/моль).

В разнообразных химических соединениях химическая связь бывает различного типа. Наиболее важные типы химической связи — *ковалентная, ионная, водородная и металлическая*.

Ковалентная связь (от лат. «*co*» — совместно и «*valēs*» — имеющий силу) — химическая связь, осуществляемая за счет образования общей пары или нескольких пар валентных электронов. Таким образом, пары электронов, образующие связь, находятся в совместном владении двух атомов. На рис. 1.6. схематически изображены ковалентные связи в молекуле метана CH_4 .