

3.6. КОНСЕРВАТИВНЫЕ И НЕКОНСЕРВАТИВНЫЕ СИЛЫ. ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ ВО ВНЕШНЕМ СИЛОВОМ ПОЛЕ

Введем понятие силового поля. Если в каждой точке данного пространства известны величина и направление силы, действующей на рассматриваемую частицу, то говорят, что в этом пространстве задано поле сил или **силовое поле**. Ограничимся рассмотрением полей сил, не зависящих от времени, то есть стационарных полей.

Например, в каждой точке пространства вблизи поверхности Земли на частицу массой m действует сила гравитации со стороны Земли, равная mg и направленная к центру Земли. Таким образом, вблизи поверхности Земли действует гравитационное силовое поле.

Другой пример. При движении материальной точки по поверхности стола на нее со стороны поверхности действует сила трения, равная произведению коэффициента трения на силу реакции поверхности, и направленная противоположно скорости ее движения. То есть на поверхности стола действует поле сил трения.

Вводя понятие работы, мы говорили, что действие силы на каком-либо участке траектории движущегося тела характеризуется работой, то есть сила совершает работу на данном участке. Например, при движении тела из точки 1 в точку 2 по поверхности стола силы трения будут совершать работу. Работа сил трения будет зависеть от длины траектории, по которой будет двигаться тело из точки 1 в точку 2. Чем длиннее путь, пройденный телом, тем больше работа сил трения, хотя при этом отправная и конечная точки могут быть одними и теми же.

Однако, можно выделить класс сил, которые обладают замечательным свойством – работа, совершаемая силой при перемещении частицы из точки 1 в точку 2, не зависит от формы пути, по которому происходит перемещение. Такие силы называются **консервативными**.

Изменение направления движения частицы на противоположное вызывает изменение знака работы консервативной силы, так как косинус угла между силой и перемещением меняет свой знак. Поэтому, при перемещении частицы по любому замкнутому контуру L работа консервативной силы равна нулю. Это обстоятельство позволяет записать **условие консервативности сил** в следующей математической форме

$$\oint_L \delta A = \oint_L \vec{F}_{\text{конс}} \cdot d\vec{r} \equiv 0. \quad (3.22)$$

Тождество (3.22) является необходимым условием консервативности сил.

К неконсервативным силам в механике относятся диссипативные силы (силы трения скольжения, качения, вязкого трения в жидкостях и газах).

Введем понятие **потенциальной энергии**. Допустим, что на частицу в пространстве действуют консервативные силы. В этом случае говорят, что задано потенциальное поле сил. Из определения консервативных сил ясно, что работа, совершаемая силами потенциального поля над частицей, зависит только от взаимного расположения начальной и конечной точек пути. Это означает, что работу в этом случае можно выразить в виде:

$$A_{12} = U_1(x_1, y_1, z_1) - U_2(x_2, y_2, z_2), \quad (3.23)$$

где U_1 и U_2 - некоторые значения функции состояния частицы, зависящие только от ее координат.

Таким образом, можно сказать, что **потенциальная энергия** – это функция координат силового поля, определяющая, какая работа совершается силами данного поля при перемещении тела между этими координатами.

Из соотношения (3.23) следует, что работа сил потенциального поля равна убыли потенциальной энергии частицы. Выражение (3.23) позволяет найти зависимость потенциальной энергии частиц от координат только с точностью до постоянного слагаемого C , не влияющего величину разности $U_1 - U_2$. Поэтому в каждой конкретной задаче для получения однозначной зависимости потенциальной энергии от координат выбирают точку, для которой потенциальную энергию частицы (или системы) условно считают равной нулю.

Используя выражение (3.23), можно дать еще одно определение потенциальной энергии. Потенциальная энергия системы в произвольном состоянии равна работе, которую должны совершить потенциальные силы при переводе системы из этого состояния в состояние с нулевой потенциальной энергией.