

2.9. Закон сохранения момента импульса

Определим условия, при которых момент импульса механической системы относительно любого выбранного центра не изменяется. Очевидно, что сохранение данной величины независимо от выбора центра для её вычисления возможно только в случае замкнутой системы.

Действительно, замкнутая механическая система не взаимодействует с другими телами, т.е. внешние силы на её материальные точки не действуют. Следовательно, сумма моментов внешних сил относительно любого центра в случае замкнутой системы равна нулю: $\vec{M}^{\text{внешн}} = 0$. Но тогда, согласно уравнению (2.40), равна нулю производная по времени момента импульса замкнутой системы относительно любого центра:

$$\frac{d\vec{L}}{dt} = \vec{M}^{\text{внешн}} = 0.$$

Равенство нулю производной по времени означает, что данная величина с течением времени не изменяется:

$$\vec{L} = \text{const}.$$

Аналогично, если взять произвольную координатную ось, например, Oz , то независимо от того, как эта ось направлена, согласно уравнению (2.41), производная по времени момента импульса замкнутой системы относительно данной оси равна нулю:

$$\frac{dL_z}{dt} = \vec{M}_z^{\text{внешн}} = 0.$$

Следовательно,

$$L_z = \text{const}.$$

Полученные результаты – проявление **закона сохранения момента импульса**.

Закон сохранения момента импульса

Момент импульса замкнутой системы относительно любого центра или любой оси не изменяется

Следствием данного закона является **невозможность изменения момента импульса механической системы действием внутренних сил.**

Так же как закон сохранения импульса, закон сохранения момента импульса носит универсальный характер – он справедлив и за пределами ньютоновской механики.

С целью практического использования закона сохранения момента импульса необходимо выяснить, когда и как его можно применять для незамкнутых систем.

Частные случаи применения закона сохранения момента импульса

1). Сумма моментов действующих на систему внешних сил относительно некоторого центра равна нулю.

Это может иметь место, например, если система движется в поле центральных сил. Линии действия центральных сил пересекают центр сил, и их моменты относительно данного центра равны нулю. Если, например, сумма моментов внешних сил относительно некоторого центра O равна нулю, то и сохраняется только момент импульса относительно данного центра. Моменты импульса механической системы относительно других центров, вообще говоря, не сохраняются.

2). Сумма моментов внешних сил относительно некоторой оси равна нулю.

Пусть, например, равна нулю сумма моментов внешних сил относительно оси Oz . В этом случае сохраняется только момент импульса системы относительно данной оси: $L_z = const$. Моменты импульса относительно других координатных осей, вообще говоря, не сохраняются.

3). Взаимодействие между частями системы происходит за короткий промежуток времени.

При кратковременном взаимодействии между частями системы моментами внешних сил можно пренебречь и считать механическую систему квази-замкнутой. Исключение составляет случай, когда внешнее воздействие носит ударный характер.