## § 1. ПРОСТЕЙШИЕ СВОЙСТВА ВНУТРЕННИХ СИЛ СИСТЕМЫ

*Механической системой называется любая совокупность материальных точек.*

*Внешними силами* механической системы называются силы, с которыми действуют на точки системы тела и точки, не входящие в рассматриваемую систему.

*Внутренними силами* механической системы называют силы взаимодействия между точками рассматриваемой системы.

Внешнюю силу, приложенную к какой-либо точке системы, обозначим $\bar{F}_k^{(e)}$, а внутреннюю — $\bar{F}_k^{(i)}$. Заметим, что внутренние и внешние силы могут включать в себя как активные силы, так и силы реакций связей.

Рассмотрим некоторые простейшие свойства внутренних сил, действующих на всю механическую систему в любом ее состоянии. Докажем, что *главный вектор всех внутренних сил системы и главный момент этих сил относительно произвольной точки равны нулю при любом состоянии системы*, т. е. при



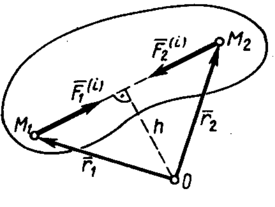


Рис. 38

ее равновесии и при произвольном движении.

Пусть система состоит из $N$ точек, где $N$ — любое конечное число (рис. 38). Условимся пределы у суммы не ставить, когда суммирование производится по всем $N$ точкам системы. Если рассмотреть какие-либо две произвольные точки системы, например $M_1$ и $M_2$, то для них $\bar{F}_1^{(i)}+\bar{F}_2^{(i)}=0$, так как силы действия и противодействия всегда равны друг другу по модулю, противоположны по направлению и действуют вдоль одной прямой линии, соединяющей взаимодействующие точки. Главный вектор внутренних сил $\bar{R}^{(i)}$ состоит из векторной суммы таких сил действия и противодействия, так как вся система состоит из пар взаимодействующих точек. Следовательно,

$$\bar{R}^{(i)}=\sum \bar{F}_k^{(i)}=0. \qquad (1)$$

В проекциях на координатные оси

$$R_x^{(i)}=\sum F_{kx}^{(i)}=0; \quad R_y^{(i)}=\sum F_{ky}^{(i)}=0; \quad R_z^{(i)}=\sum F_{kz}^{(i)}=0. \qquad (1')$$

Внешние силы тоже являются силами взаимодействия, но для них силы действия приложены к точкам рассматриваемой системы, а силы противодействия приложены к телам и точкам, не входящим в эту систему.

Рассмотрим теперь сумму моментов сил $\bar{F}_1^{(i)}$ и $\bar{F}_2^{(i)}$ относительно точки $O$. Легко видеть, что

$$\bar{M}_O\left(\bar{F}_1^{(i)}\right)+\bar{M}_O\left(\bar{F}_2^{(i)}\right)=0,$$

так как обе силы имеют одинаковые плечи и противоположные направления векторных моментов. Главный момент внутренних сил $\bar{L}_O^{(i)}$ относительно точки $O$ состоит из векторной суммы таких выражений, равных нулю. Следовательно,

$$\bar{L}_O^{(i)}=\sum \bar{M}_O\left(\bar{F}_k^{(i)}\right)=\sum \bar{r}_k\times\bar{F}_k^{(i)}=0 \qquad (2)$$

и соответственно в проекциях на координатные оси

$$L_x^{(i)}=\sum M_x\left(\bar{F}_k^{(i)}\right)=0; \quad L_y^{(i)}=\sum M_y\left(\bar{F}_k^{(i)}\right)=0;$$
$$L_z^{(i)}=\sum M_z\left(\bar{F}_k^{(i)}\right)=0. \qquad (2')$$