

19. Сложное движение точки. Теорема о сложении скоростей

Сложным называется такое движение точки, при котором она одновременно участвует в нескольких движениях. Абсолютным движением называется движение точки по отношению к неподвижной системе отсчета. Относительным называется движение точки по отношению к подвижной системе отсчета. Переносным называется движение той точки подвижной системы отсчета, в которой находится движущаяся точка, по отношению к неподвижной. Проще можно сказать: относительным движением называется движение точки по телу, а переносным движением – движение точки вместе с телом.

Скорость и ускорение точки по отношению к неподвижной системе отсчета называются абсолютными ($v ; a$). Скорость и ускорение точки по отношению к подвижной системе отсчета называются относительными

($v_r ; a_r$). Скорость и ускорение той точки подвижной системы, в которой находится движущаяся точка, по отношению к неподвижной системе называются переносными ($v_e ; a_e$).

Теорема. *Скорость точки в абсолютном движении геометрически складывается из переносной и относительной скоростей.*

$$\vec{v} = \vec{v}_r + \vec{v}_e$$

Например, на рис. 21 т. М совершает сложное движение: вращается вместе с диском – переносное движение и двигается по хорде диска – относительное движение. При этом переносная скорость v_e направлена перпендикулярно отрезку ОМ в сторону переносной угловой скорости ω_e . Величина переносной скорости может быть найдена по формуле $v_e = \omega_e \cdot OM$. Абсолютную скорость точки М можно найти по теореме косинусов $v^2 = v_r^2 + v_e^2 + 2v_r \cdot v_e \cdot \cos \alpha$,

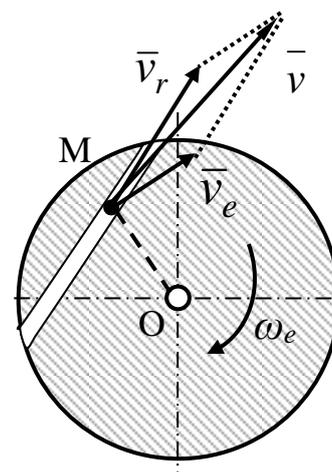


Рис. 21

где α – угол между векторами v_e и v_r .

20. Теорема о сложении ускорений при сложном движении

Теорема. *Абсолютное ускорение точки геометрически складывается из переносного, относительного и Кориолисова ускорений.*

$$\bar{a} = \bar{a}_e + \bar{a}_r + \bar{a}_c,$$

где \bar{a}_e – переносное ускорение; \bar{a}_r – относительное ускорение; \bar{a}_c – ускорение Кориолиса: $\bar{a}_c = 2[\bar{\omega}_e \times \bar{v}_r]$. Модуль ускорения Кориолиса можно найти по формуле

$|\bar{a}_c| = 2 \omega_e \cdot v_r \cdot \sin\beta$, где β – угол между векторами $\bar{\omega}_e$ и \bar{v}_r . В рассматриваемом случае этот угол равен 90° , т. к. вектор угловой скорости направлен перпендикулярно плоскости рисунка от нас. Для определения направления \bar{a}_c можно пользоваться правилом векторного умножения, или правилом Жуковского: **для определения направления ускорения Кориолиса надо спроецировать вектор относительной линейной скорости на плоскость перпендикулярную оси переносного вращения и повернуть эту проекцию в этой плоскости на угол 90° в направлении переносной угловой скорости.**

Ускорение Кориолиса равно нулю, если:

- 1) $\bar{\omega}_e = 0$; т.е. переносное движение будет поступательным;
- 2) $\bar{v}_r = 0$; т.е. точка неподвижна по отношению к подвижной системе отсчета;
3. $\bar{\omega}_e \parallel \bar{v}_r$; т.е. точка движется параллельно оси переносного вращения.