опять-таки постулируется. Принимая пока уравнения (1) и особенно (2) без доказательства, мы хотим еще раз подчеркнуть значение формулы изменения кинетического момента.

НЕСВОБОДНОЕ ТВЕРДОЕ ТЕЛО. Если перемещения тела как-то ограничиваются, то говорят, что на него *наложены связи* (точные формулировки будут даны позднее). Чтобы применить уравнения (1) и (2), можно рассматривать тело как свободное и считать, что связи реализуются за счет воздействия некоторых дополнительных сил, которые называются реакциями связей. Существуют общепринятые приемы подмены связей силами, основанные на простейших физических моделях взаимодействия твердых тел (сами модели остаются при этом в тени).

Примеры связей:

1) *скольжение тела по поверхности* (рис. 24, *а*): связь состоит в том, что скорость $\mathbf{v}_P$ той точки тела, которой оно соприкасается с опорой, параллельна общей касательной тела и опоры, реакция ортогональна касательной, но величина ее априори не известна;

2) *качение тела по поверхности без проскальзывания* (рис. 24, *б*): связь имеет вид $\mathbf{v}_P=0$, сила реакции приложена в точке касания, как и выше, но здесь и направление ее, вообще говоря, произвольно;

3) *движение тела вокруг неподвижной точки*: сила реакции в точке закрепления может в принципе быть любой;

4) *тело привязано за нить*: сила реакции направлена по нити, но про ее величину заранее ничего сказать нельзя.

Пример. Вращение диска вокруг неподвижной вертикальной оси (рис. 15). Ось проходит через центр S диска под углом α к его плоскости и кончается в точках A_1, A_2, находящихся на расстоянии d от S. Требуется а) доказать, что $\dot\psi=\text{const}$; б) вычислить реакцию в точках опоры A_1 и A_2.

Решение. Выпишем динамические уравнения

$$m\ddot{\mathbf{r}}=m\mathbf{g}+\mathbf{R}_1+\mathbf{R}_2, \tag{12.3}$$

$$\frac{d}{dt}\mathbf{\Lambda}_S=[\overline{SA}_1\times\mathbf{R}_1]+[\overline{SA}_2\times\mathbf{R}_2]. \tag{12.4}$$

Введем два репера, связанные с диском:

1) $\mathbf{e}_x$, $\mathbf{e}_y$, $\mathbf{e}_z$, где $\mathbf{e}_z$ вертикален;

2) $\mathbf{e}$, $\mathbf{e}'$, $\mathbf{e}''$, главный в точке O; моменты инерции $A=mr^2/2$, $B=C=mr^2/4$. Симметрия позволяет принять $\mathbf{e}'=\mathbf{e}_y$, другие векторы

$$\mathbf{e}_z=\mathbf{e}\sin\alpha+\mathbf{e}''\cos\alpha,\quad \mathbf{e}_x=\mathbf{e}\cos\alpha-\mathbf{e}''\sin\alpha.$$

Так как точка S неподвижна, $\mathbf{R}_1+\mathbf{R}_2+m\mathbf{g}=0$, или

$$\begin{cases} R_{1x}+R_{2x}=0, \\ R_{1y}+R_{2y}=0, \\ R_{1z}+R_{2z}-mg=0. \end{cases} \tag{12.5}$$

Считаем, что $\mathbf{R}_1\perp Oz$ (ось в точке A_1 удерживается только сбоку),