

а также

$$\frac{d\Lambda_S}{dt} = \sum_v [\rho_v \times \mathbf{F}_v],$$

где $\Lambda_S = \sum_v m_v [\rho_v \times \dot{\rho}_v]$ — собственный кинетический момент (определяется так же, как и в § 10).

Это следствие лежит в основе динамики твердого тела.

ФИЗИЧЕСКИЙ СМЫСЛ ИДЕАЛЬНОСТИ СВЯЗЕЙ. Допустим для простоты, что имеем одно плоское тело, а связи стационарны. Рассмотрим сначала случай, когда оно катится без проскальзывания по неподвижной кривой: наложены дополнительные связи. Реакции наложенных связей \mathbf{R}_i образуют систему сил, которую элементарными преобразованиями можно привести к силе \mathbf{R} , приложенной в точке касания, и паре сил $\Phi, -\Phi$, приложенной, например, в отмеченных точках P_1, P_2 . Набор скоростей — всегда касательный, поэтому можно написать, что

$$\Sigma(\mathbf{R}_v, \dot{\mathbf{r}}_v) = (\mathbf{R}, \mathbf{v}_P) + (\Phi, \mathbf{v}_{P_1}) - (\Phi, \mathbf{v}_{P_2}) = 0.$$

Поскольку $\mathbf{v}_P = 0$, сила \mathbf{R} может быть направлена как угодно. Осевые слагаемые в силу $\mathbf{v}_{P_2} = \mathbf{v}_{P_1} + [\omega \times \overline{P_1 P_2}]$ дают нам

$$(\Phi[\omega \times \overline{P_1 P_2}]) = (\omega, [\overline{P_1 P_2} \times \Phi]) = 0.$$

Поэтому момент пары равен нулю. Итак, *воздействие сил реакции дополнительных идеальных связей при качении сводится к появлению единственной силы \mathbf{R} в точке касания.* Если допускается проскальзывание, то в результате аналогичных рассуждений (качение без проскальзывания по-прежнему возможно) опять момент пары равен нулю. Но, кроме качения, становится возможным также и проскальзывание, при котором $\mathbf{v}_P \neq 0$. Следовательно, при проскальзывании должно быть $(\mathbf{R}, \mathbf{v}_P) = 0$, т. е. сила \mathbf{R} перпендикулярна кривой.

Аналогичную интерпретацию можно дать и другим способам введения реакций связей, обрисованным в § 12. В ситуации, когда связи стационарны, а силы \mathbf{F} консервативны, условие идеальности связи приобретает следующий смысл: полная энергия $T + V$ по-прежнему сохраняется после наложения связей.

§ 14. КАЧЕНИЕ ШАРА (ПРИМЕР НЕГОЛОНОМНОЙ СИСТЕМЫ)

Рассмотрим шар радиуса r , который обязан кататься по неподвижной плоскости Oxy без проскальзывания. Это значит, что всякий раз равна нулю скорость той его (самой нижней) точки P , в которой в данное мгновение происходит соприкосновение с плоскостью:

$$\mathbf{v}_S + [\omega \times \overline{SP}] = 0, \quad (14.1)$$