Сила, обусловленная градиентом давления, действует в направлении с севера на юг перпендикулярно к изобарам. Благодаря вращению Земли поток с севера на юг приобретает относительно вращающейся Земли составляющую в направлении с востока на запад. Эту задачу можно сразу понять, сопоставив ее с данным выше анализом движения маятника Фуко.

В северном полушарии ветры дуют вокруг зоны высокого атмосферного давления по направлению часовой стрелки, так как воздух, движущийся радиально от центра этой зоны, отклоняется вправо, если смотреть вдоль его направления движения.

М а т е м а т и ч е с к о е д о п о л н е н и е 1. **Дифференцирование произведений векторов**

В гл. 2 мы рассматривали дифференцирование векторов, в частности, напомним, что если

$$\mathbf{r}=x\hat{\mathbf{x}}+y\hat{\mathbf{y}}+z\hat{\mathbf{z}}, \tag{89}$$

то

$$\dot{\mathbf{r}}=\dot{x}\hat{\mathbf{x}}+\dot{y}\hat{\mathbf{y}}+\dot{z}\hat{\mathbf{z}} \tag{90}$$

при условии, что направления основных координатных векторов постоянны.

Теперь выведем следующее соотношение:

$$\frac{d}{dt}(\mathbf{A}\times\mathbf{B})=\dot{\mathbf{A}}\times\mathbf{B}+\mathbf{A}\times\dot{\mathbf{B}}. \tag{91}$$

Обозначим $\mathbf{A}(t)\times\mathbf{B}(t)$ через $\mathbf{P}(t)$ и рассмотрим следующее выражение:

$$\begin{aligned}\mathbf{P}(t+\Delta t)-\mathbf{P}(t)&=\mathbf{A}(t+\Delta t)\times\mathbf{B}(t+\Delta t)-\mathbf{A}(t)\times\mathbf{B}(t)\cong\\ &\cong\left[\mathbf{A}(t)+\frac{d\mathbf{A}}{dt}\Delta t\right]\times\left[\mathbf{B}(t)+\frac{d\mathbf{B}}{dt}\Delta t\right]-\mathbf{A}(t)\times\mathbf{B}(t)=\\ &=\Delta t\left[\frac{d\mathbf{A}}{dt}\times\mathbf{B}+\mathbf{A}\times\frac{d\mathbf{B}}{dt}\right]+(\Delta t)^2\left[\frac{d\mathbf{A}}{dt}\times\frac{d\mathbf{B}}{dt}\right].\end{aligned} \tag{92}$$

Отсюда следует:

$$\dot{\mathbf{P}}=\lim_{\Delta t\to 0}\frac{\mathbf{P}(t+\Delta t)-\mathbf{P}(t)}{\Delta t}=\dot{\mathbf{A}}\times\mathbf{B}+\mathbf{A}\times\dot{\mathbf{B}}. \tag{93}$$

Помните, что в векторных произведениях важен порядок сомножителей.

Подобным же способом можно доказать:

$$\frac{d}{dt}(\mathbf{A}\cdot\mathbf{B})=\dot{\mathbf{A}}\cdot\mathbf{B}+\mathbf{A}\cdot\dot{\mathbf{B}}. \tag{94}$$

М а т е м а т и ч е с к о е д о п о л н е н и е 2. **Угловая скорость как векторная величина**

В гл. 2 мы видели, что повороты на конечный угол не являются векторами, потому что при сложении двух таких поворотов не сохраняются свойства сложения векторов. Эта трудность не возникает при переходе к пределу для бесконечно малых поворотов, так как порядок, в котором производятся два бесконечно малых поворота, не влияет на конечное положение предмета (за исключением слагаемых одного порядка малости с квадратом величины бесконечно малых поворотов, а эти слагаемые в пределе исчезают). Если повернуть тело на бесконечно малый угол $\Delta\varphi_1$ вокруг оси $\hat{\mathbf{e}}_1$ и на бесконечно малый угол $\Delta\varphi_2$ вокруг оси $\hat{\mathbf{e}}_2$, то при достаточно малых $\Delta\varphi_1$ и $\Delta\varphi_2$ последовательность, в которой совершаются эти повороты, не влияет на результат (мы предполагаем, что обе оси проходят через общую точку). Существует один поворот вокруг оси $\hat{\mathbf{e}}_3$ на угол $\Delta\varphi_3$, который в пределе для бесконечно малых $\Delta\varphi$ равносилен сумме поворотов 1 и 2. Этот поворот определяется следующим векторным уравнением (рис. 3.34):

$$\Delta\varphi_3\,\hat{\mathbf{e}}_3=\Delta\varphi_1\,\hat{\mathbf{e}}_1+\Delta\varphi_2\,\hat{\mathbf{e}}_2. \tag{95}$$