

Однако уже при $Re = 10$ формула (14.142) дает завышенные результаты. В интервале $Re = 10 \div 450$ расчеты по формуле (14.142) дают погрешность до 30%.

Экспериментальные данные и выводы различных авторов о скорости движения пузырьков при $Re > 1$ достаточно противоречивы. Так, сообщалось, что при $Re > 1$ и $R_p \leq 0,12$ см зависимость скорости движения пузыря от его радиуса имеет линейный характер, что противоречит данным Пибла и Гарбера [82] и данным Ван Кревелена [33]. Ван Кревелен получил для расчета скорости пузырьков соотношения ($d_p \leq 0,15$ см):

$$u_p = \left(\frac{108 \mu_{ж} G_0}{\pi g (\rho_{ж} - \rho_r)} \right)^{0,25} \quad (14.143)$$

при $Re < 9$ и

$$u_p = \left(\frac{72 \rho_{ж} G_0^2}{\pi^2 g (\rho_{ж} - \rho_r)} \right)^{0,2} \quad (14.144)$$

при $Re > 9$.

При достижении пузырями величины $d_p \geq 0,5$ см скорость пузырей перестает зависеть от размера и становится равной примерно 25 см/с [17, 32], что согласуется с волновой теорией движения крупных пузырей [83].

Различные частные случаи движения пузырей изучались также в работах [84, 85].

Как уже подчеркивалось выше, форма капель и пузырей в потоке зависит от соотношения между динамическим давлением жидкости и поверхностными силами. С увеличением размера частиц увеличивается их эксцентриситет \mathcal{E}_q , равный отношению горизонтального и вертикального диаметров сфероида. Поверхность сплюсненного сфероида определяется по формуле:

$$F_{сф} = \frac{\pi}{2} d_{qh}^2 h + \frac{d_{qh} d_{ql}}{\sqrt{\mathcal{E}_q^2 - 1}} \ln (\mathcal{E}_q + \sqrt{\mathcal{E}_q^2 - 1}) \quad (14.145)$$

где d_{qh} и d_{ql} — вертикальный и горизонтальный диаметры.

Графическое решение уравнения (14.145) приведено на рис. 14.6.

Зависимость формы диспергированных частиц от их величины и скорости движения изучалась многими исследователями [32, 84, 86]. Теоретические зависимости дают приемлемые результаты лишь для системы жидкость—жидкость при $Re < 20$. Эмпирические соотношения для расчета эксцентриситета капель при $Re = 6 \div 1354$ были получены Уэлком с соавторами [86]:

$$\mathcal{E}_q = 1,0 + 0,0091 We^{0,95} \quad (14.146)$$

$$\mathcal{E}_q = 1,0 + 0,0093 We^{0,98} \left(\frac{\mu_c}{\mu_d} \right)^{0,07} \quad (14.147)$$

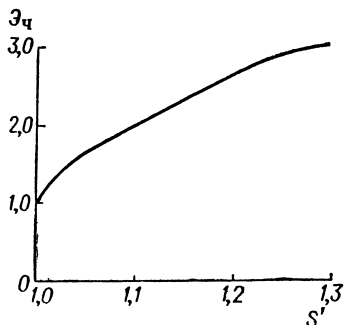


Рис. 14.6. Зависимость относительного увеличения поверхности частицы S' от величины ее эксцентриситета \mathcal{E}_q .