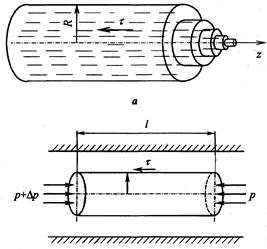
Течение ньютоновских жидкостей в трубах

Рассмотрим ламинарное течение вязкой (ньютоновской) жидкости в круглой трубе радиуса *R.* При таком течении цилиндрические слои жидкости (которые должны мыслиться бесконечно тонкими) перемещаются в направлении оси трубы z, совершая "телескопическое" движение (рис. 8.2, а). Так как жидкость несжимаема, то скорость *v* остается постоянной по длине трубы и зависит только от расстояния **r** до центральной оси. Для определения зависимости http://ok-t.ru/studopedia/baza14/275324094821.files/image1064.gifсоставим уравнение равновесия сил, действующих на цилиндрический объем жидкости длиной ***l*** и радиусом **r**(рис. 8.3, б).

Сила вязкого сопротивления, действующая на внешнюю поверхность цилиндра со стороны внешних слоев, равна http://ok-t.ru/studopedia/baza14/275324094821.files/image1066.gif. Эта сила уравновешивается раз­ницей сил давления, действующих на основания цилиндра, поэтому**http://ok-t.ru/studopedia/baza14/275324094821.files/image1068.gif,**откуда **. http://ok-t.ru/studopedia/baza14/275324094821.files/image1070.gif**

****

(знак "минус" означает, что сила сопротивления направлена против оси z). По закону Ньютона http://ok-t.ru/studopedia/baza14/275324094821.files/image1074.gif, откуда http://ok-t.ru/studopedia/baza14/275324094821.files/image1076.gifИнтегрируя это уравнение, получаем с учетом граничного усло­вия **v *(R) = 0*** зависимост

http://ok-t.ru/studopedia/baza14/275324094821.files/image1078.gif. Измеряемой в опытах величиной является *расход Q* -объем жидкости, протекающей через поперечное сечение трубы за единицу времени, поэтому вычислим эту величину. Для этого разобьем сечение трубы на узкие кольца шириной dr. Расход жидкости через кольцо с внутренним диаметром г равен http://ok-t.ru/studopedia/baza14/275324094821.files/image1080.gif

Расход через всё сечение может быть получен простым интегрированием:

**http://ok-t.ru/studopedia/baza14/275324094821.files/image1082.gif**Таким образом, в случае ньютоновской жидкости наблюдается линейная связь между перепадом давления и расходом жидкости.

Определив среднюю по сечению скорость *Vср* -как http://ok-t.ru/studopedia/baza14/275324094821.files/image1084.gifполучим отсюда http://ok-t.ru/studopedia/baza14/275324094821.files/image1086.gifРаспределение (8.2.2) было получено Стоксом (Stokes, 1849 г.) и Гагенбахом (Hagenbach, 1860 г.). Последний назвал соотношение http://ok-t.ru/studopedia/baza14/275324094821.files/image1088.gifзаконом Пуазейля в честь французского ученого (Poiseuille, 1797-1869), который в экспериментах с водой установил эмпирическую зависимость между расходом, геометрическими размерами тела и давлением.