

## Вопросы для повторения

1. Какой основной метод описания движения жидкости применяют в гидроаэромеханике?
2. Какое течение жидкости называют установившимся, неустановившимся, ламинарным, турбулентным?
3. Что называют линией тока, грубкой тока, струей?
4. Что такое пограничный слой? Каковы причины его возникновения?
5. Как записать уравнение неразрывности для установившихся течений несжимаемой и сжимаемой жидкости?
6. Как можно измерить статическое давление в потоке жидкости, скоростной напор и полное давление?
7. Выведите уравнение Бернулли для идеальной несжимаемой жидкости. Какой закон оно выражает? Какой вид имеет это уравнение для идеальной сжимаемой жидкости?
8. Чем определяется переход ламинарного течения жидкости в круглой цилиндрической трубе в турбулентное?
9. Поясните принцип измерения вязкости жидкостей с помощью капиллярного вискозиметра.
10. Объясните причины возникновения силы лобового сопротивления тела, движущегося в жидкости. В каком случае эта сила равна нулю?
11. Что называют подъемной силой? Чем она обусловлена?

## Примеры решения задач

**Задача 16.1.** Вертикальный цилиндрический бак диаметром 1 м и высотой 2 м наполнили до краев жидкостью, а затем в дне бака открыли отверстие площадью  $2 \text{ см}^2$ . В течение какого времени вся жидкость вытечет из бака? Влиянием трения и различием площадей отверстия и сечения струи жидкости на выходе из него пренебречь

Дано

$$\begin{aligned} H &= 2 \text{ м}, \\ d_1 &= 1 \text{ м}, \\ S_2 &= 2 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2 \end{aligned}$$

$t_0$  — ?

Решение

За время  $dt$  из отверстия вытекает объем жидкости

$$dV = v_2 S_2 dt,$$

где  $v_2$  — скорость жидкости на выходе из отверстия. Благодаря этому уровень жидкости в баке изменяется на величину

$$dh = - \frac{4dV}{\pi d_1^2} = - \frac{4v_2 S_2}{\pi d_1^2} dt,$$

где  $h$  — высота от дна бака до уровня жидкости в нем в произвольный момент времени.

Так как площадь  $S_1$  поперечного сечения бака во много раз больше площади  $S_2$  отверстия в его днище:

$$\frac{S_1}{S_2} = \frac{\pi d_1^2}{4S_2} = \frac{3,14}{4 \cdot 2 \cdot 10^{-4}} \approx 7800.$$

то для нахождения скорости  $v_2$  можно воспользоваться формулой Торичелли (16.10)

$$v_2 = \sqrt{2gh}$$

Подставим это значение  $v_2$  в уравнение для  $dh$ :

$$dh = - \frac{4S_2 \sqrt{2gh}}{\pi \cdot d_1^2} dt$$

или

$$\frac{dh}{\sqrt{h}} = - \frac{4S_2 \cdot \sqrt{2g}}{\pi d_1^2} dt.$$

В результате интегрирования найдем зависимость  $h$  от  $t$ :

$$\sqrt{h} = - \frac{2S_2 \sqrt{2g}}{\pi d_1^2} t + C.$$

В начальный момент времени ( $t = 0$ )  $h = H$ , следовательно,  $C = \sqrt{H}$

$$\sqrt{h} = \sqrt{H} - \frac{2S_2 \sqrt{2g}}{\pi d_1^2} t.$$

В момент полного опорожнения бака  $h = 0$  и  $t = t_0$ . Таким образом комсе время

$$t_0 = \frac{\pi d_1^2}{2S_2} \sqrt{\frac{H}{2g}}.$$

Вычисления производим в Международной системе единиц (СИ):

$$t_0 = \frac{3,14}{2 \cdot 2 \cdot 10^{-4}} \cdot \sqrt{\frac{2}{2 \cdot 9,81}} \text{ с} = 2500 \text{ с}.$$