

нее давления. Незначительное увеличение нагрузки в этом случае может привести к опрокидыванию машины.

в) При выдвижении боковых упоров увеличивается площадь опоры автокрана, что, в соответствии с правилами статики, увеличивает его устойчивость. Формально это можно описать заменой  $a$  в выражении (8) на  $a + 2\Delta a$ . Соответствующий расчет дает

$$M = \frac{a + \Delta a}{2l \cos \alpha - (a + \Delta a)} M \Rightarrow \Delta a = \frac{l \cos \alpha - a}{2} = 9 \text{ м}. \quad (11)$$

Конечно же, упоры получились «гигантских» размеров, поскольку мы потребовали от обычного автокрана «муравьиной супермощности». В реальности автокраны работают с грузами, не превосходящими их по массе, что требует упоров значительно меньших размеров.

### Задание 9.2

1. Во время движения на пробирку действуют сила тяжести, выталкивающая сила Архимеда и сила вязкого трения, пропорциональная скорости движения пробирки. Так как сила сопротивления пропорциональна скорости, то по прошествии малого промежутка времени пробирка будет двигаться с постоянной скоростью, которую можно найти из условия равновесия сил (положительное направление – вверх):

$$\rho V g - m_0 g - \rho_1 \eta V g = \beta v, \quad (1)$$

где  $\rho, \rho_1$  - плотности воды и жидкости внутри пробирки,  $V$  - объем пробирки,  $m_0$  - масса пустой пробирки,  $\beta$  - коэффициент пропорциональности между силой сопротивления и скоростью пробирки. Основная причина, приводящая к возникновению силы сопротивления – перетекание воды в узком слое между стенками трубки и пробирки, поэтому коэффициент  $\beta$  приблизительно пропорционален длине пробирки.

Следовательно, если взять пробирку вдвое большей длины (при прочих равных условиях), то указанные скорости приблизительно уменьшатся в два раза.

2. Из уравнения (1) следует, что скорость установившегося движения пробирки линейно зависит от степени ее наполнения

$$v = A\eta + B, \quad (2)$$

где  $A, B$  - постоянные коэффициенты, которые можно определить из двух известных скоростей. Окончательный вид зависимости скорости от степени наполнения имеет вид

$$v = -(v_0 + v_1)\eta + v_0. \quad (3)$$

3. Из уравнения (1) следует, что коэффициент при  $\eta$ , в линейной зависимости вида (2), пропорционален плотности налитой жидкости. Поэтому для другой жидкости зависимость скорости от степени наполнения будет иметь вид

$$v = -n(v_0 + v_1)\eta + v_0. \quad (4)$$

Графики этих зависимостей показаны на рисунке, где обозначена скорость движения пробирки, полностью заполненной другой жидкостью,

$$v'_1 = nv_1 + (n-1)v_0.$$

