

## Работа 2.15

### Определение коэффициента поверхностного натяжения методом течения пузырьков внутри жидкости

**Оборудование:** установка для определения коэффициента поверхностного натяжения, исследуемая жидкость.

#### Введение

Если капилляр погрузить на глубину  $l$  в жидкость, смачивающую стекло, то уровень жидкости будет выше уровня ее в сосуде и поверхность примет форму вогнутого полушария. Под действием внешней силы (при нагнетании воздуха) уровень жидкости в капилляре начнет понижаться и при определенном давлении на противоположном конце капилляра, находящемся в исследуемой жидкости, образуется полушарие в виде воздушного пузырька, радиус которого равен внутреннему радиусу капилляра. На глубине  $l$  в жидкости действует гидростатическое давление  $\rho g l$  ( $\rho$  — плотность жидкости,  $g$  — ускорение силы тяжести). С другой стороны известно, что искривленная поверхность жидкости оказывает дополнительное давление, рассчитываемое по формуле Лапласа  $p_{\text{л}} = 2\sigma / r$ , где  $r$  — радиус шара. Полное давление в пузырьке воздуха на глубине  $l$  будет:

$$p_1 = p_0 + \rho g l + \frac{2\sigma}{r},$$

где  $p_0$  — атмосферное давление.

**Описание установки и метода.** Установка (рис. 2.21) состоит из баллона  $A$ , в который с помощью насоса накачивается воздух. С помощью трубки  $D$  и тройника  $C$  баллон  $A$  соединяется с капилляром  $K$ , опущенным в сосуд  $B$  с

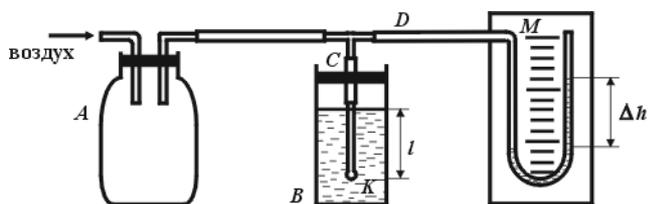


Рис. 2.21

исследуемой жидкостью, и с манометром  $M$ , который измеряет давление в баллоне  $A$  и капилляре  $K$ .

Давление нагнетаемого воздуха  $p_{\text{н}} = \rho_1 g \Delta h$  — измеряется манометром, где  $\rho_1$  — плотность жидкости в манометре,  $\Delta h$  — разность уровней жидкости в

манометре. Полное давление нагнетаемого воздуха  $p_2 = p_{0н} + p$ . При истечении пузырьков из капилляра внутри жидкости будет иметь место равенство давлений:

$$p_1 = p_2 \text{ или } p_0 + \rho g l + \frac{2\sigma}{r} = p_0 + \rho_1 g \Delta h.$$

Откуда

$$\sigma = \frac{rg(p_1 \Delta h - \rho l)}{2}. \quad (1)$$

Величины, входящие в формулу (1), известны или могут быть измерены, следовательно, по этой формуле можно рассчитать коэффициент поверхностного натяжения  $\sigma$  жидкости.

### Порядок выполнения работы

1. Опустите капилляр в исследуемую жидкость и измерьте глубину  $l$  его погружения.

2. С помощью насоса сделайте несколько качаний воздуха в баллон  $A$ . Спустя некоторое время из капилляра начнут выходить пузырьки воздуха.

3. Установите режим, при котором из капилляра  $K$  в жидкость выходят 2 — 3 пузырька в секунду.

4. Измерьте разность уровней в манометре  $\Delta h$ . Проведите несколько измерений и найдите среднее значение  $\overline{\Delta h}$ .

5. По формуле (1) рассчитайте значение  $\sigma$ .

6. Данные измерений и вычислений запишите в таблицу:

№ п/п	$r$ , м	$\rho_1$ , кг/м <sup>3</sup>	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$l$ , м	$\overline{\Delta h}$ , м	$\sigma$ , Н/м

7. Оцените погрешности измерений.



### КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Как объяснить механизм возникновения сил поверхностного натяжения жидкостей?

2. Дайте определение коэффициента поверхностного натяжения?

3. Получите размерность коэффициента поверхностного натяжения?

4. От чего зависит коэффициент поверхностного натяжения жидкостей?

5. Чему равно добавочное давление, вызванное искривлением ее поверхности?

6. Чему равно лапласовское давление в случае цилиндрической и сферической поверхностей жидкостей?

7.Каким образом можно изменить внутреннюю энергию жидкости, не изменяя ее температуры?

8.Зависит ли величина коэффициента поверхностного натяжения жидкости от глубины погружения капилляра?

9.Получите рабочую формулу, используемую в данной работе, для определения коэффициента поверхностного натяжения жидкости.