

В задаче не требуется оценка погрешностей.

В работе **запрещается использовать линейку и миллиметровую бумагу** для проведения измерений. Свои линейки необходимо сдать представителю жюри перед началом тура. Найденная у участника во время выполнения задачи линейка будет приводить к дисквалификации.

Задание

1. Определите отношение внешнего D и внутреннего d диаметров цилиндрической части корпуса шприца (Рис. 1) α :

$$\alpha = \frac{D}{d}. \quad (1)$$

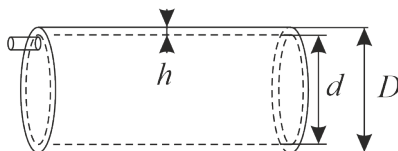


Рис. 1. Измеряемые параметры шприца.

2. Определите толщину стенок h и внутренний диаметр шприца d (в миллиметрах).
3. Определите внешний D_1 и внутренний d_1 диаметр иглы. Вычислите толщину стенок h_1 иглы.

Оборудование. Вода, пробирка, малярный скотч, шприц 1 мл, игла чёрная без малярного скотча, игла чёрная с малярным скотчем (для выполнения манипуляций с клеем), игла без канюли (*канюля* – деталь соединения шприца и иглы), разрезанная вдоль силиконовая трубка, расплавленный термоклей по требованию, ножницы.

Все иглы имеют одинаковый внешний и внутренний диаметры.

Термоклей – вещество, которое при нагревании переходит в жидкое пластичное состояние, застывает при охлаждении и принимает форму заполняемой им полости. В холодном состоянии термоклей твёрдый и не прилипает к деталям при контакте. Клеевой пистолет – устройство, позволяющее расплавить и нанести термоклей на склеиваемые детали в требуемом количестве. Не все материалы хорошо склеиваются термоклеем. Например, металл и силикон плохо прилипают к такому клею.

В данной работе термоклей разрешается использовать только при выполнении пункта 3. Клеевой пистолет будет доступен через час после начала работы и до её окончания. Чтобы воспользоваться термоклеем, надо обратиться к представителю жюри и описать, куда и в каком количестве требуется нанести термоклей.

Решение

Наклеим на боковую стенку пробирки полоску малярного скотча вдоль ее образующей. перенесем шкалу шприца на скотч. Заливая воду шприцем в пробирку, определим сколько миллилитров воды укладывается между делениями шкалы. Так, между $l_1 = 88$ дел (дел - деления шкалы) укладывается $V_1 = 3.00$ мл воды. Оставим в пробирке часть воды и будем помещать в пробирку шприц с полностью погруженным в него поршнем. Заметим положения уровня воды в пробирке тогда, когда в нее погружен только кончик шприца, и когда шприц будет погружен в нее до отметки на его шкале, отмечающей 100 дел. Разность между уровнями воды по шкале на на пробирке $l_2 = 97 - 36 = 61$ дел дает возможность определить объем внешней цилиндрической части шприца, расположенной между нулевым и сотым делениями:

$$V_2 = l_2 \frac{V_1}{l_1} = 2.08 \text{ мл.} \quad (2)$$

Отношение внешнего и внутреннего диаметров цилиндрической части шприца найдем из соотношения объемов, высотой в $l_0 = 100$ дел, с искомыми диаметрами:

$$\alpha = \frac{D}{d} = \sqrt{\frac{V_2}{V_0}} = 1.44, \quad (3)$$

где $V_0 = 1$ мл - объем внутренней части шприца. Найдем внешний диаметр шприца в величине делений шкалы шприца. Для этого прокатим шприц по бумаге, предварительно помещенной на стол, с помощью пробирки, на которую перенесена шкала шприца. Совершив $N = 10$ оборотов, шприц смещается относительно пробирки на величину $l_3 = 370$ дел. Тогда его внешний диаметр составит:

$$D = \frac{l_3}{\pi N} = 11.8 \text{ дел.} \quad (4)$$

Величину внутреннего диаметра шприца найдем с помощью вычисленного ранее отношения диаметров:

$$d = \frac{D}{\alpha} = 8.2 \text{ дел.} \quad (5)$$

Для нахождения расстояния в миллиметрах, соответствующего делению шприца, запишем внутренний объем шприца между нулевым и сотым делениями в кубических делениях шкалы шприца

$$V_0 = l_0 \frac{\pi d^2}{4} = 5278 \text{ дел}^3. \quad (6)$$

Так как данная величина известна в метрических единицах измерения, найдем соответ-

ствие между шкалой делений шприца и обычной метрической шкалой измерений:

$$\begin{aligned} V_0 &= 5278 \text{ дел}^3 = 1000 \text{ мм}^3 \\ 17.4 \text{ дел} &= 10 \text{ мм} \\ \text{дел} &= 0.57 \text{ мм} \end{aligned} \quad (7)$$

Таким образом, внутренний диаметр шприца в миллиметрах составит:

$$d = \frac{D}{\alpha} = 8.2 \text{ дел} \cdot 0.57 \text{ мм/дел} = 4.7 \text{ мм}. \quad (8)$$

Толщину стенок определим с помощью вычисленного ранее отношения внешнего и внутреннего диаметров цилиндрической части шприца:

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{D}{d} = \frac{d + 2h}{d} \\ h &= (\alpha - 1) \frac{d}{2} = 1.03 \text{ мм}. \end{aligned} \quad (9)$$

Определим внешний диаметр иглы, прокатив ее пробиркой со шкалой по бумаге, предварительно расположенной на столе. Игла, совершив $N_1 = 25$ оборотов сместилась относительно пробирки на $l_4 = 100$ дел. Таким образом, ее внешний диаметр составит:

$$D_1 = \frac{l_4}{\pi N_1} = 1.36 \text{ дел} = 0.73 \text{ мм}. \quad (10)$$

Рис. 2. Измерение внутреннего диаметра иглы

Нальем термоклей в жидком состоянии в силиконовый лоточек. Поместим в него иглу (ту, что с креплением под шприц). Подождем несколько минут пока клей застынет. Достанем иглу и клей из силиконового лоточка. Вынем из клея иглу. Обрежем получившуюся клеевую форму так, чтобы она образовывала открытую с двух сторон трубку. Диаметр этой трубки с хорошей точностью совпадает с внешним диаметром иглы. Подсоединим к этой трубке с одной стороны иглу без канюли, а с другой иглу со шприцем. Поместим свободный конец конструкции в воду и будем аккуратно затягивать воду с помощью шприца в иглу (см. рис 2). Когда вода полностью заполнит иглу в трубке можно будет заметить появление границы воздух-вода. Вынем иглу из воды в тот момент, когда граница воздух-вода находится на крае иглы. Затянем всю воду из иглы в трубку. Длина столба воды в трубке из термоклея составит $l_5 = 24$ дел, длина иглы без канюли $l_6 = 55$ дел. Так как объем воды внутри иглы совпадает с объемом воды внутри трубки из термоклея, то отношение их длин будет равно обратному отношению их внутренних сечений. Поэтому для внутреннего диаметра иглы имеем:

$$d_1 = D_1 \sqrt{\frac{l_5}{l_6}} = 0.48 \text{ мм}. \quad (11)$$

Окончательно для толщины стенки иглы:

$$h_1 = \frac{D_1 - d_1}{2} = 0.12 \text{ мм.} \quad (12)$$