

Шаг винта

С помощью предложенного оборудования найдите отношение высоты гайки к длине спирали резьбы внутри нее.

Оборудование: шприц 20 мл, 10 гаек М10, стакан с водой, карандаш, нитка.

Примечание: гайку считать идеальным шестиугольником с цилиндрическим отверстием по центру.

Решение

Сперва нужно проградуировать шкалу шприца.

Ниткой обмотаем поршень несколько раз (около 10) и измерим длину получившегося отрезка при помощи шкалы на стенке шприца.

$$2\pi RN = ma$$

Где a - ширина цены деления шприца, N - количество обмоток, m - количества делений. Отсюда выражается

$$a = 2\pi \frac{N}{m} R \quad (1)$$

Заметим, что гайка идеально входит в шприц. Значит, радиус описанной вокруг нее окружности равен внутреннему радиусу шприца.

Еще заметим, что ровно до отметки 20мл влезает ровно 9 гаек. Значит, высота гайки h такова, что $9h = 20a$.

$$h = \frac{20}{9}a = 2\pi \frac{20}{9} \frac{N}{m} R \quad (2)$$

Засунем в шприц 5 гаек - их край будет точно на отметке 11мл. заполним шприц водой так, чтобы между гайками не осталось воздуха, а поршень давил на крайнюю гайку. Слегка сдавим шприц, чтобы гайки не падали, и возьмем его вертикально. Опустим поршень так, чтобы вся вода с гаек стекла вниз. Измерим этот объем. $V_5 = 4.5$ мл.

Этот объем - пустоты между гайками и стенками шприца.

$$V_5 = 11a(S - S') = 5aS \quad (3)$$

$$S' = 6 \cdot \frac{1}{2} R^2 \frac{\sqrt{3}}{2} - \pi r^2 = \frac{3\sqrt{3}}{2} R^2 - \pi r^2$$

$$S = \pi R^2$$

$$V_5 = 11a \left(\pi R^2 - \frac{3\sqrt{3}}{2} R^2 + \pi r^2 \right) = 4.5a\pi R^2 \quad (4)$$

Отсюда выражается r .

$$1 - \frac{3\sqrt{3}}{2\pi} + \frac{r^2}{R^2} = \frac{4.5}{11}$$

$$\frac{3\sqrt{3}}{2\pi} - \frac{6.5}{11} = \frac{r^2}{R^2} \approx 0.24 \Rightarrow R \approx 2.06 r \quad (5)$$

Из уравнений 2 и 5 следует, что

$$h = 2\pi \cdot 2.06 \cdot \frac{20}{9} \frac{N}{m} r = 14.8 \cdot \frac{N}{m} d$$

Где d - диаметр отверстия в гайке. Итоговый ответ:

$$\frac{h}{d} = 14.38 \cdot \frac{N}{m} = 0.72 \text{ (если обматывали ниткой поршень, то 0.8)} \quad (6)$$

Анекдот

Собирает мама сына на прак:

- Вот, положила тебе в рюкзак шприц, гайки, стакан воды и карандаш.
- Мам, зачем??
- Ну как же, берешь шприц, кладешь в него гайки и заливаешь их водой.
- А карандаш?
- Так вот же он!

P.S.

Карандаш нужен для того, чтобы было удобно выковыривать гайки из шприца.