

Задание 7.1. Шпилька и гайки. Шпилькой в технике называют стержень, по всей длине которого нарезана резьба (рис. 1). Предложите и опишите, как измерить **без использования линейки**:



Рис. 1

1. шаг h резьбы шпильки (шагом резьбы называется расстояние между ее соседними витками);
2. среднюю толщину H одной гайки (рис. 2);
3. площадь S поперечного сечения шестигранного прутка, из которого изготавливаются гайки (рис.3);
4. внешний диаметр D резьбы шпильки;
5. массу m гайки, считая, что диаметр отверстия в ней $d = 0,95D$.



Рис. 2

Проведите измерения и определите параметры h , H , S , D , m .

Полученные результаты занесите в таблицу (указав единицы измерения)

1	$h =$
2	$H =$
3	$S =$
4	$D =$
5	$m =$

Оборудование: шпилька длиной $L = 300$ мм, гайки (40 шт.), две скрепки, три нитки, лист бумаги.

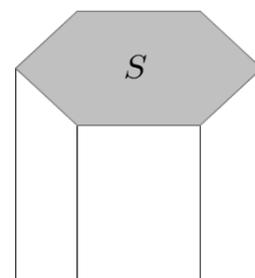


Рис. 3

Примечания.

1. Плотность стали $\rho = 7\,800$ кг/м³.
2. Площадь круга диаметром D равна $S = \pi D^2/4$, длина окружности $L = \pi D$, где число $\pi = 3,14$.
3. В работе можно использовать любое количество гаек, ниток и скрепок в зависимости от выбранного метода решения каждого пункта задания.

Возможное решение (Кармазин С.).

1. Посчитаем количество N витков резьбы на шпильке с помощью скользящей по ней прижатой скрепки (рис. 4). Допустимой ошибкой при счете можно считать ± 2 витка. Шаг резьбы $h = L/N = 300/300 = 1$ мм (по ГОСТу шаг стандартной резьбы М6 равен $h = 1$ мм).

Примечание: Здесь и далее приводятся численные значения, полученные на авторском оборудовании при подготовке данной задачи.



Рис. 4

2. Среднюю толщину H гаек можно определить методом рядов. Например, выстроив цепочку из гаек ($N > 10$), поставленных на одну из боковых граней (рис. 5) или навинтив их непосредственно на шпильку. Авторский результат: $H = 4,74$ мм.



Рис. 5

3. Для определения площади шестигранника можно выложить 36 гаек плотной упаковкой в 6 рядов по 6 штук в каждом на листе А5 и измерить стороны получившегося прямоугольника (рис. 6). При этом следует обратить внимание, что площадь выступов получившейся фигуры с одной стороны компенсируется площадью углублений с противоположной стороны этого прямоугольника. Окончательно получаем $S = 81$ мм².

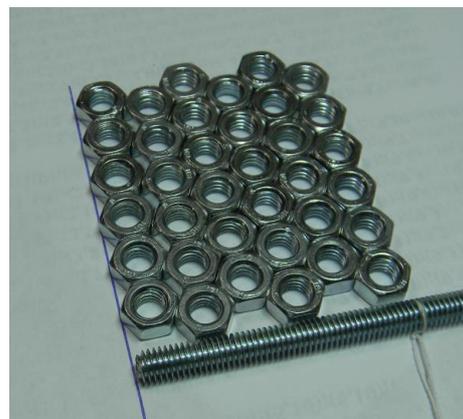


Рис. 6

4. Внешний диаметр резьбы на шпильке определяем, прокатывая шпильку по поверхности бумаги не менее чем на $k = 10$ оборотов и измеряя пройденное ей расстояние l . $D = l/(\pi k) = 5,76$ мм.

5. Для вычисления массы гайки необходимо вычислить ее объем, оставшийся после высверливания отверстия и нарезания резьбы. По условию задачи диаметр высверленного в гайке отверстия $d = 0,95D = 5,47$ мм. Будем считать, что диаметр резьбы в самой «глубокой» ее части совпадает с внешним диаметром резьбы шпильки $D = 5,76$ мм.

Для расчета объема металла, вынутого из гайки в процессе ее производства, будем считать, что из гайки вынут цилиндр с диаметром, равным среднему арифметическому значению внутреннего и внешнего диаметра резьбы в гайке $D_1 = (d + D)/2 = 5,615$ мм. Объем такого цилиндра равен $V_1 = \pi D_1^2/4 \cdot H = 117$ мм³. Объем заготовки до высверливания отверстия и нарезания резьбы равен $V_0 = SH = 384$ мм³. Окончательно, объем гайки $V = V_0 - V_1 = 267$ мм³. Масса гайки равна $m = \rho V = 2,08$ г. Непосредственное измерение среднего значения массы гайки на весах дает результат $m_{\text{ср}} = 2,05$ г. Отличие расчетного значения массы от измеренного может быть связано, например, с тем, что при расчете не учитывались фаски (закругление краев гайки).

Критерии оценивания

1) Найден шаг резьбы h		2 балла
0,95 - 1,05 мм	2 балла	
0,90 - 1,10 мм	1 балл	
2) Определена толщина H гайки		2 балла
4,5 - 5,0 мм	2 балла	
4,3 - 5,2 мм	1 балл	
3) Определен внешний диаметр D резьбы на стрержне		2 балла
5,2 - 6,3 мм	2 балла	
4,6 - 6,9 мм	1 балл	
4) Определена площадь S шестигранного прутка		2 балла
75 - 89 мм ²	2 балла	
65 - 97 мм ²	1 балл	
5) Определена масса m одной гайки		2 балла
1,8 - 2,4 г	2 балла	
1,6 - 2,6 г	1 балл	

Задание 7.2. Сколько рублей весит конфета. Экспериментатор Глюк исследовал падение с фиксированной высоты (около 2-х метров) различных грузов, привязанных к системе из трех воздушных шариков (рис. 1). Анализируя результаты эксперимента, он обнаружил любопытный характер зависимости квадрата времени падения от величины, обратной массе всей падающей системы.



Рис. 1

Соберите установку Глюка. В качестве грузов можете использовать выданные монеты, помещенные в мешочек, привязанный к шарикам.

- Снимите зависимость времени падения системы от ее массы. Результаты занесите в таблицу. Каждое измерение повторите **не менее** трёх раз и усредните. При этом, имейте в виду, что масса шарика $m \approx 2,4$ г, а масса одной монеты $\approx 3,3$ г. Для увеличения точности исследований постарайтесь отпускать систему с как можно большей (но одинаковой) высоты (например, с высоты своего роста, стоя на стуле).
- Постройте график полученной зависимости в осях, предложенных Глюком.
- Проведя дополнительное измерение с помощью построенного графика определите массу выданной конфеты. После завершения **всех** измерений, конфету **нужно** съесть!

Примечание: не следует надуть шарики слишком сильно, так как если даже один из шариков лопнет в ходе эксперимента, то все измерения придется начинать сначала.

Приборы и оборудование: секундомер, 5 воздушных шариков (из них 2 запасных), конфета, полиэтиленовый мешочек (гриппер 6 x 8 см), комплект монет (10 шт. номиналом 1 рубль), нитки, миллиметровая бумага (формат А5) для построения графика.

$m,$							
$1/m,$							
$t_1,$							
$t_2,$							
$t_3,$							
$t_{\text{средн}},$							
$t^2_{\text{средн}},$							

Возможное решение (Замятнин М., Слободянин В.).

Собираем предложенную конструкцию и измеряем время падения с максимально возможной одинаковой высоты, например, отпуская систему с вытянутой руки, стоя на стуле. Время падения фиксируем по моменту касания пола грузом. Результаты заносим в таблицу и строим график экспериментальной зависимости в предложенных Глюком координатах. Для авторской установки он имеет вид, представленный на рис. 2.

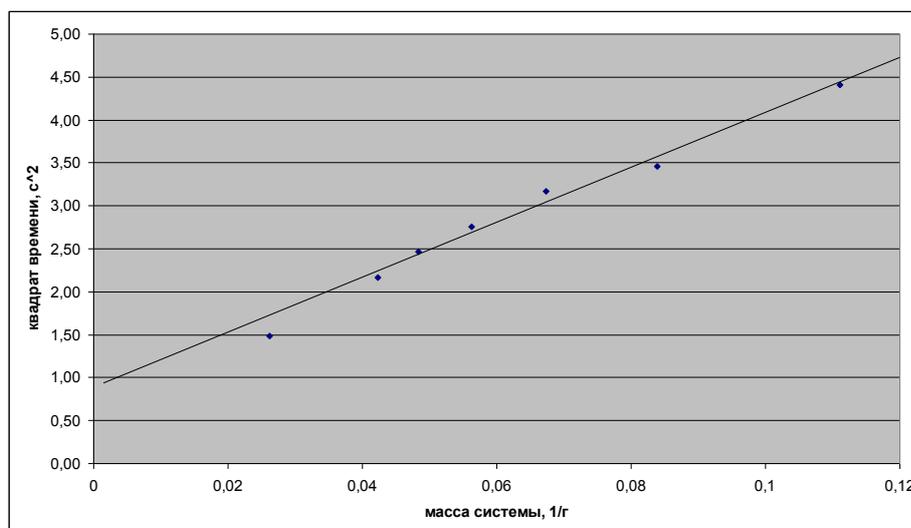


Рис. 2

Экспериментальные точки хорошо ложатся на прямую линию. Это позволяет, для системы с конфетой, по времени падения определить ее массу.

Критерии оценивания

- | | |
|--|----------------|
| 1) Снята зависимость времени падения системы от ее массы (таблица 1) | 4 балла |
| 7 и более точек | 4 балла |
| 5-6 точек | 2 балла |
| 3 и менее точек | 0 баллов |
| 2) Построен график в осях, предложенных Глюком | 4 балла |
| график занимает не менее 80% площади листа | 1 балл |
| постоянная цена деления из разрешенных рядов: | |
| целые, четные, кратные 5 | 1 балл |
| подписаны оси и указаны единицы измерения | 1 балл |
| проведена прямая, а не ломаная | 1 балл |
| 3) Определена масса выданной конфеты | 2 балла |
| 13,5 - 16,5 г | 2 балла |
| 12,0 - 18,0 г | 1 балл |