

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ГРУЗОПОДЪЕМНОСТИ МОДЕЛИ МОНГОЛЬФЬЕРА ОТ ТЕМПЕРАТУРЫ ВНУТРЕННЕГО ВОЗДУХА

Работа Николайчук Дарьи,
ученицы 10 класса.
Руководитель
Ларионова Наталья Валентиновна

2010 г.

Воздушный шар, оболочка которого имеет массу M и объём V , наполняется горячим воздухом при нормальном атмосферном давлении и температуре окружающего воздуха t_0 . Какую минимальную температуру t должен иметь воздух внутри оболочки, чтобы шар начал подниматься?



Целью данной работы является исследование зависимости грузоподъемности созданной модели монгольфьера от температуры горячего воздуха внутри шара.



Задачи:

- Изучить и проанализировать учебный материал по теме исследования.
- Сконструировать и собрать экспериментальную установку для проведения измерений.
- Определить грузоподъемность созданной модели воздушного шара при различных температурах воздуха внутри.
- Определить максимальную температуру внутреннего воздуха (а следовательно, максимальную грузоподъемность) для сконструированной модели.





Экспериментальная установка для определения грузоподъёмности модели монгольфера.



Расчет максимальной грузоподъемности модели монгольфьера

$$F_m = F_a,$$

$$(m_{об} + m_{груза} + m_{возд})g = P_{выт.возд},$$

$$pV = m_{выт.возд} \cdot RT_1 / M,$$

$$pV = m_{возд} RT_2 / M.$$



$$m_{об} + m_{груза} = \frac{pVM}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$



Определение массы мусорного пакета методом рядов (30 литровые)

| М, г | ΔM , г | N | m, г | Δm , г | Результат измерений |
|--------|----------------|----|-------|----------------|---------------------|
| 116,92 | 0,22 | 30 | 3,897 | 0,007 | $(3,90 \pm 0,01)$ г |

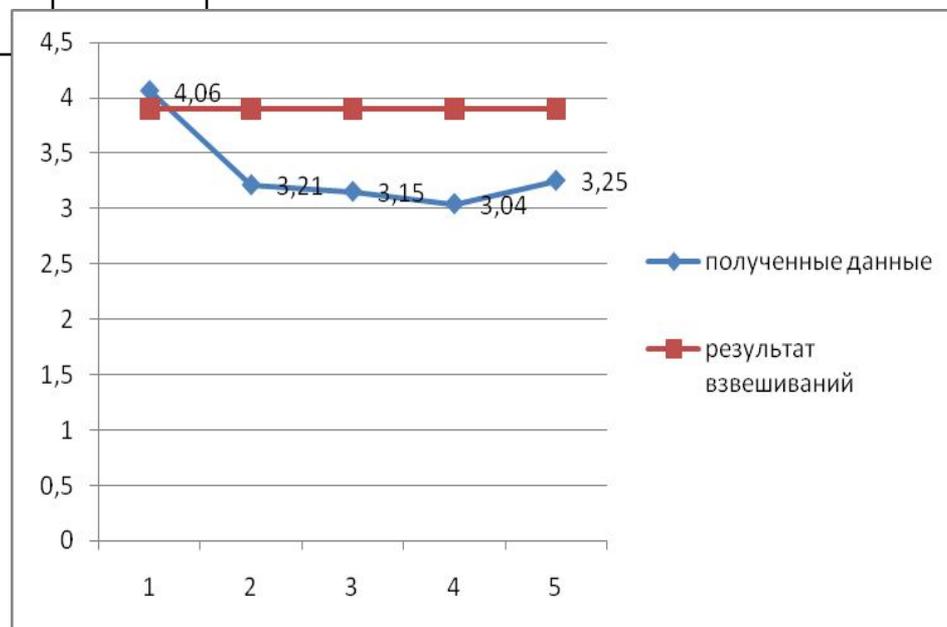
Результаты измерения массы груза (скрепок)

| М, г | ΔM , г | N | m, г | Δm , г | Результат измерений |
|-------|----------------|----|-------|----------------|-----------------------|
| 23,76 | 0,104 | 70 | 0,339 | 0,001 | $(0,339 \pm 0,001)$ г |



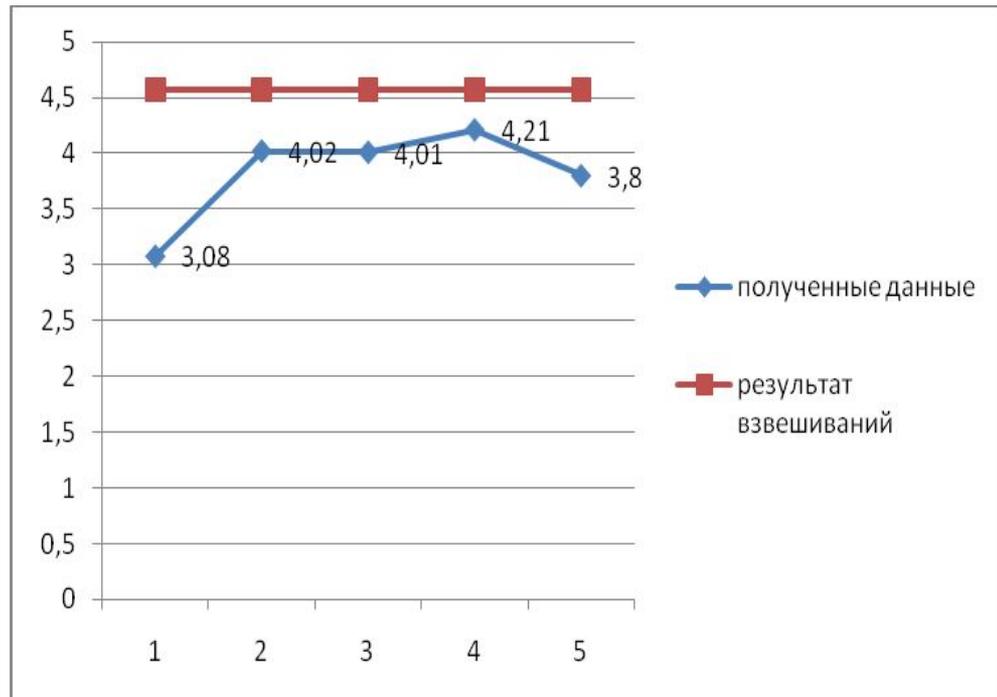
Результаты измерений грузоподъёмности модели монгольфьера (Пакеты 30 литров, оболочка без груза)

| № | T_1 (с) | T_2 (С) | $m_{\text{рассч}}$ (г) | $m_{\text{взв}}$ (г) | $T_{2\text{ср}}$ (С) | $m_{\text{ср}}$,г |
|---|-----------|-----------|------------------------|----------------------|----------------------|--------------------|
| 1 | 21,7 | 59,5 | 4,06 | 3,90 | 53,02 | 3,34 |
| 2 | 22,5 | 51,8 | 3,21 | | | |
| 3 | 22,6 | 51,3 | 3,15 | | | |
| 4 | 22,7 | 50,3 | 3,04 | | | |
| 5 | 22,5 | 52,2 | 3,25 | | | |



2 скрепки

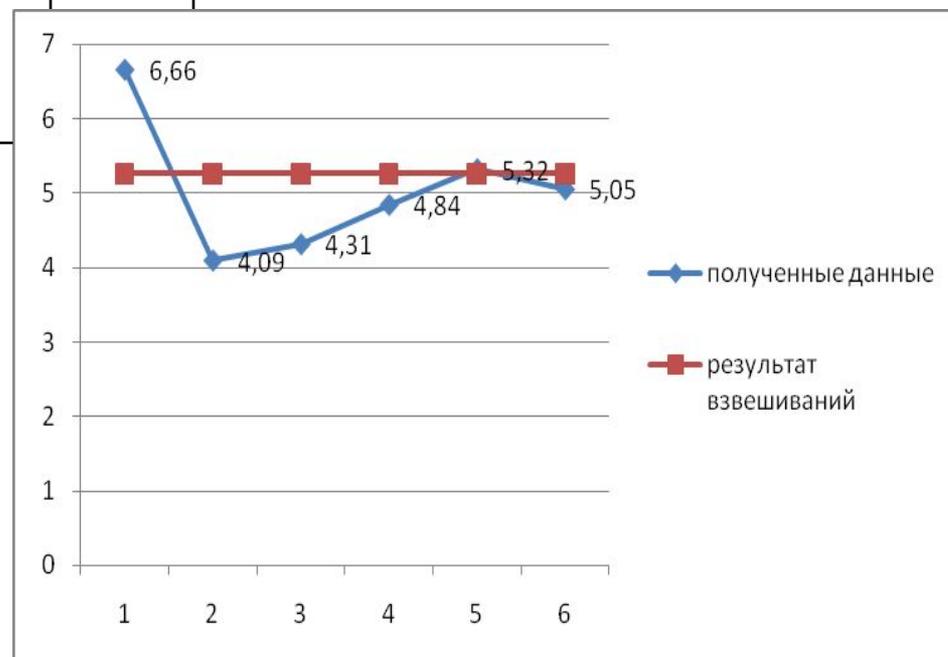
| № | T_1 (C) | T_2 (C) | $m_{\text{рассч}}$ (г) | $m_{\text{взв}}$ (г) | $T_{2\text{ср}}$ (C) | $m_{\text{ср}}$,г |
|---|-----------|-----------|------------------------|----------------------|----------------------|--------------------|
| 1 | 22,1 | 56,0 | 3,08 | 4,57 | 59,44 | 3,82 |
| 2 | 22,8 | 60,5 | 4,02 | | | |
| 3 | 22,6 | 60,1 | 4,01 | | | |
| 4 | 22,8 | 62,5 | 4,21 | | | |
| 5 | 22,7 | 58,1 | 3,80 | | | |



4

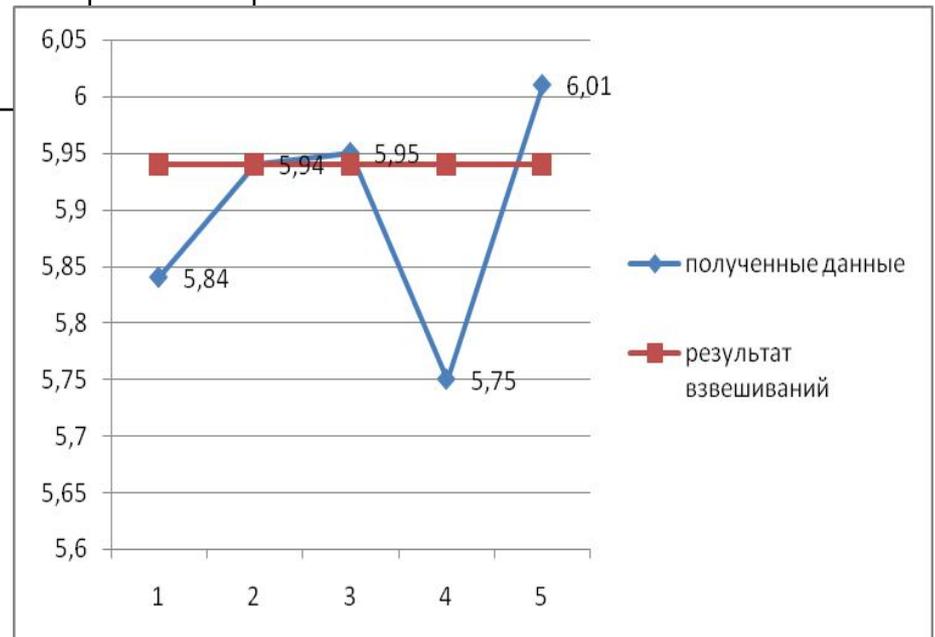
скрепки

| № | T_1 (C) | T_2 (C) | $m_{\text{рассч}}$ (г) | $m_{\text{взв}}$ (г) | $T_{2\text{ср}}$ (C) | $m_{\text{ср}}$,г |
|---|-----------|-----------|------------------------|----------------------|----------------------|--------------------|
| 1 | 22,8 | 91,0 | 6,66 | 5,26 | 71,92 | 5,05 |
| 2 | 22,9 | 61,4 | 4,09 | | | |
| 3 | 22,7 | 63,5 | 4,31 | | | |
| 4 | 22,7 | 69,2 | 4,84 | | | |
| 5 | 22,7 | 74,7 | 5,32 | | | |
| 6 | 22,8 | 71,7 | 5,05 | | | |



6 скрепок

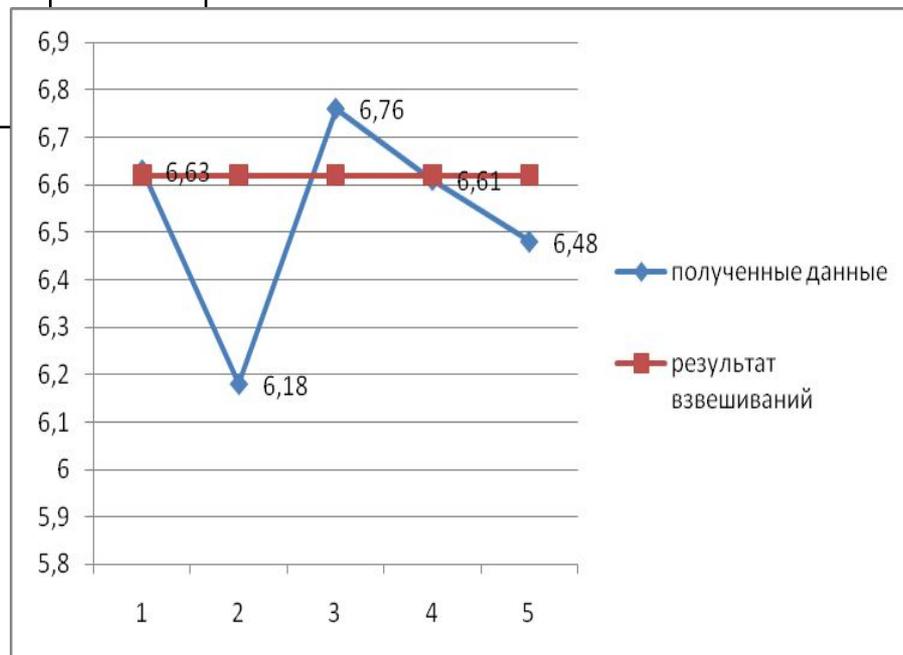
| № | $T_1, ^\circ\text{C}$ | $T_2, ^\circ\text{C}$ | $m_{\text{рассч}}, \text{Г}$ | $m_{\text{взв}}, \text{Г}$ | $T_{2\text{ср}}, ^\circ\text{C}$ | $m_{\text{ср}}, \text{Г}$ |
|---|-----------------------|-----------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| 1 | 20,8 | 78 | 5,84 | 5,94 | 78,8 | 5,9 |
| 2 | 21 | 79,5 | 5,94 | | | |
| 3 | 20,7 | 79,2 | 5,95 | | | |
| 4 | 21,1 | 77,4 | 5,75 | | | |
| 5 | 20,8 | 80,1 | 6,01 | | | |



8

скрепок

| № | $T_1, ^\circ\text{C}$ | $T_2, ^\circ\text{C}$ | $m_{\text{рассч}}, \text{Г}$ | $m_{\text{взв}}, \text{Г}$ | $T_{2\text{ср}}, ^\circ\text{C}$ | $m_{\text{ср}}, \text{Г}$ |
|---|-----------------------|-----------------------|------------------------------|----------------------------|----------------------------------|---------------------------|
| 1 | 21 | 87,9 | 6,63 | 6,62 | 86,4 | 6,53 |
| 2 | 20,7 | 81,9 | 6,18 | | | |
| 3 | 20,8 | 89,2 | 6,76 | | | |
| 4 | 20,7 | 87,2 | 6,61 | | | |
| 5 | 20,9 | 85,8 | 6,48 | | | |



Расчет максимальной грузоподъемности модели монгольфьера

$$m_{\text{об}} + m_{\text{груза}} = \frac{\rho V M}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$m = 6,47 \text{ г}$$

$$m_{\text{пакета}} \approx 3,09 \text{ г}$$

$$m_{\text{груза}} \approx 3,38 \text{ г, или 10 скрепок.}$$



Зависимость грузоподъемности от температуры воздуха внутри

$$m_{\text{об}} + m_{\text{груза}} = \frac{pVM}{R} \left(\frac{1}{T_1} - \frac{1}{T_2} \right)$$

$$T_1 = \text{const}$$

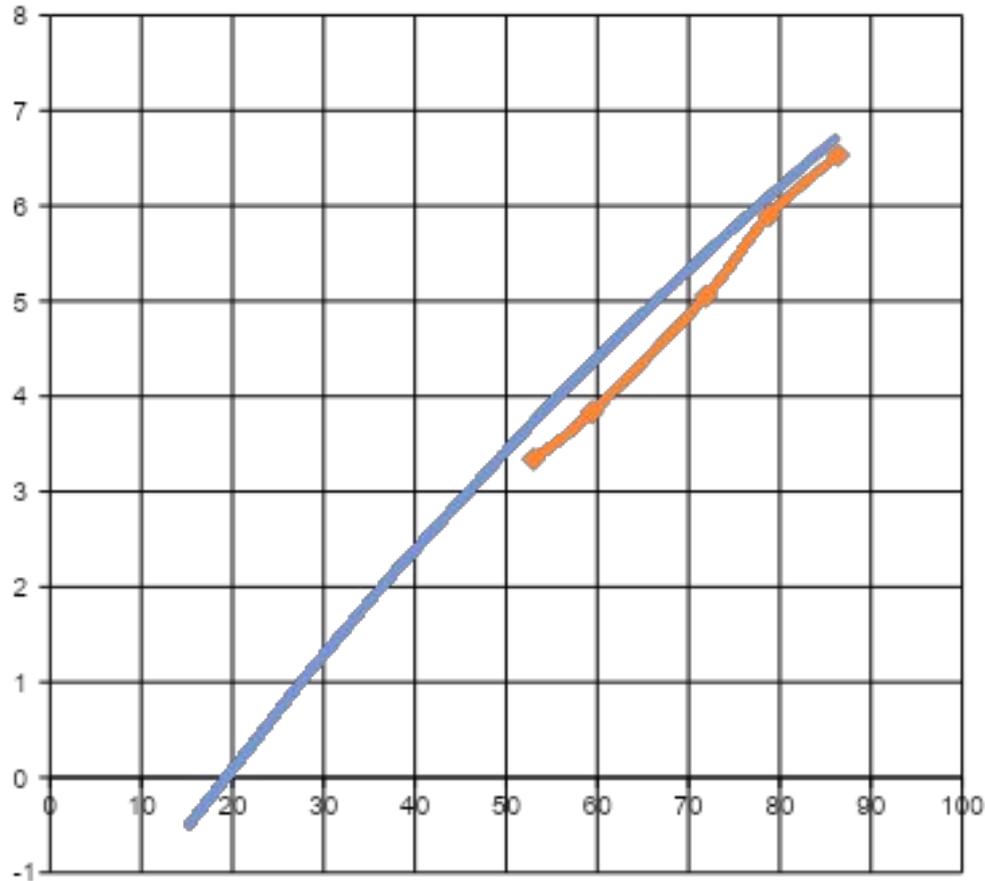
$$m(T_2) = a - \frac{b}{T_2}$$



Зависимость грузоподъемности от температуры воздуха внутри

$a \approx 0,036$

$b \approx 10,52$



◆ полученные
данные
— теоретическая
кривая



Итоги:

- В работе на основе анализа учебной литературы был спланирован эксперимент по исследованию зависимости между температурой воздуха внутри шара и его грузоподъемностью.
- Для проведения измерений была сконструирована и собрана экспериментальная установка, с помощью которой были определены средние значения грузоподъемности для отдельных температур.
- Была определена максимальная грузоподъемность модели монгольфьера.
- Результаты проведенных экспериментов были использованы для построения экспериментальной кривой зависимости грузоподъемности модели монгольфьера от температуры внутреннего воздуха. Полученная экспериментальная кривая находится в соответствие с теоретической кривой.



СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!

