## **Московский физико-технический институт**

**Лабораторная** работа 2.2.1

Определение Cp/Cv по скорости звука в газе

##### г. Долгопрудный, 2021

**Цель работы:** измерить частоту колебаний и длины волны при резонансе звуковых колебаний, определить показатель адиабаты по скорости звука;

**Приборы и материалы:** звуковой генератор, осциллограф, микрофон, телефон, раздвижная труба, теплоизолированная труба, термостат, баллон с углекислым газом;

**Теория**

Скорость звука в газах зависит от показателя адиабаты γ. Справедлива формула

где с – скорость звука, R – газовая постоянная, T – температура газа, – молярная масса. Отсюда

Звуковые колебаний волн в трубе – сложный процесс, но если длина трубы равна целому числу полуволн, то есть

где – длина волны, L – длина трубы, n – натуральное число, то картина упрощается.

Скорость звука и частота колебаний связаны с длиной волны:

Резонанс можно находить двумя путями:

1) При неизменной частоте f звукового генератора (а следовательно, и неизменной длине звуковой волны λ) можно изменять длину трубы L. Для этого применяется раздвижная труба. Длина раздвижной трубы постепенно увеличивается, и наблюдается ряд последовательных резонансов. Для k-ого резонанса имеем:

т. е. λ/2 равно угловому коэффициенту графика, изображающего зависимость длины трубы L от номера резонанса k.

2) При постоянной длине трубы можно изменять частоту звуковых колебаний. В этом случае следует плавно изменять частоту f звукового генератора, а следовательно, и длину звуковой волны λ. Для k-ого резонанса получим:

Скорость звука, деленная на 2L, определяется, таким образом, по угловому коэффициенту графика зависимости частоты от номера резонанса.

**Ход работы**

1) Первая установка (изменяемая длина трубы):

Длина трубы L = 700 +- 5 мм, максимальное удлинение 230 мм. Построим графики по полученным данным и занесем результаты в таблицу:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N | f, гц | K, мм | σk | C, м/c | σc | γ | σγ |
| 1 | 3409 | 50,80 | 1,79 | 346,354 | 12,196 | 1,412 | 0,099 |
| 2 | 3816 | 45,60 | 0,89 | 348,019 | 6,826 | 1,426 | 0,056 |
| 3 | 4051 | 43,00 | 1,26 | 348,386 | 10,248 | 1,429 | 0,084 |
| 4 | 4628 | 37,37 | 0,63 | 345,910 | 5,847 | 1,409 | 0,048 |
| 5 | 5018 | 34,54 | 1,20 | 346,600 | 12,041 | 1,414 | 0,098 |

Таблица 1

Как видно, все значения сходятся с табличным, равным 1,4, в пределах погрешности. Далее для углекислого газа аналогично:

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N | f, гц | K, мм | σk | C, м/c | σc | γ | σγ |
| 1 | 3058 | 49,01 | 0,19 | 299,745 | 1,144 | 1,605 | 0,012 |
| 2 | 3421 | 43,10 | 1,18 | 294,890 | 8,096 | 1,553 | 0,085 |
| 3 | 3833 | 35,77 | 2,83 | 274,224 | 21,707 | 1,343 | 0,213 |
| 4 | 4047 | 36,80 | 2,14 | 297,859 | 17,306 | 1,585 | 0,184 |
| 5 | 4517 | 32,32 | 3,21 | 291,992 | 28,963 | 1,523 | 0,302 |

Таблица 2

Значение для третьей частоты совпадает с табличным, равным 1,3, в пределах сигма, а для четвертой и пятой совпадают в пределах два сигма.



2) Вторая установка (термостат)

L = 700 мм – длина трубы. Проведем четыре опыта при различных температурах и получим резонансные частоты. N – номер резонанса, по столбцам в первых ячейках температуры, частота в герцах:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| N | 30,1 \*C | 35 \*C | 40 \*C | 45 \*C |
| 1 | 276.76 | 276.6 | 276.1 | 276.1 |
| 2 | 503.36 | 507.46 | 511.81 | 514.7 |
| 3 | 749.66 | 755.3 | 761.11 | 768.2 |
| 4 | 1000 | 1008.36 | 1017.82 | 1024.12 |
| 5 | 1245.160 | 1257.64 | 1268.1 | 1278.118 |

Таблица 3

По этим данным построим графики. По оси ординат разность частот k-го и первого резонанса, по оси абсцисс – номер k. Коэффициент наклона определяет c/2L:

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| N | K, с^-1 | σk | c, м/c | σc | γ | σγ |
| 1 | 243,34 | 1,92 | 340,68 | 2,68 | 1,367 | 0,0215 |
| 2 | 246,30 | 1,84 | 344,82 | 2,58 | 1,400 | 0,0209 |
| 3 | 249,00 | 1,65 | 348,60 | 2,31 | 1,431 | 0,0190 |
| 4 | 251,35 | 1,47 | 351,88 | 2,06 | 1,458 | 0,0171 |

Таблица 4

Как видно из таблицы, первое и третье значение попадает в два сигма, а второе попадает в сигма. Табличное значение берем равным 1,4.

**Вывод**

В данной работе был определен показатель адиабаты для воздуха и углекислого газа, многие результаты сошлись с табличными.

Графики:







