

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НОВОСИБИРСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НГУ)

Физический факультет

Кафедра общей физики

Лабораторная работа №3.3
Исследование ударных волн в газах

Руководитель:
Старший преподаватель
Художитков В. Э.
Старший преподаватель
Кравцова А. Ю.
Работу выполнил:
Высоцкий М. Ю.
гр. 24301

Новосибирск, 2025

1 Теоретическое введение

Цель работы: знакомство с методами получения и регистрации ударных волн и ударноволновой методикой тарировки пьезодатчиков.

Оборудование: лабораторная ударная труба, пьезодатчики, усилители, цифровой осциллограф.

Ниже приведена схема установки.

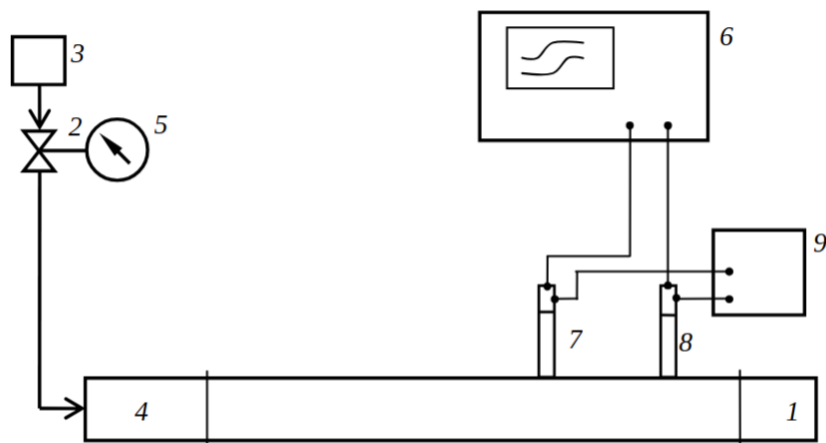


Рис. 1: Схема установки. 1 - секция низкого давления, 2 - редуктор давления, 3 - компрессор, 4 - секция высокого давления, 5 - манометр, 6 - осциллограф, 7, 8 - датчики давления, 9 - источник питания датчиков.

Скорость звука в идеальном газе:

$$c = \sqrt{\gamma \frac{RT}{\mu}}$$

Связь давления в фронте p_2 и начального давления p_1 перед фронтом:

$$\frac{p_2}{p_1} = \frac{2\gamma M^2 - (\gamma - 1)}{(\gamma + 1)} \quad (1)$$

Число Маха:

$$M = \frac{D}{c} \quad (2)$$

Связь давления во фронте ударной волны p_2 и давлением в камере высокого давления:

$$\frac{p_2}{p_4} = \left[1 - \frac{\gamma - 1}{\gamma + 1} \left(\frac{M^2 - 1}{M} \right) \frac{c_1}{c_4} \right]^{\frac{2\gamma}{\gamma - 1}} \quad (3)$$

Зависимость p_4/p_1 :

$$\frac{p_4}{p_1} = \frac{\left(\frac{2\gamma M^2}{\gamma + 1} \right) - \left(\frac{\gamma - 1}{\gamma + 1} \right)}{\left[1 - \frac{\gamma - 1}{\gamma + 1} \left(\frac{M^2 - 1}{M} \right) \frac{c_1}{c_4} \right]^{\frac{2\gamma}{\gamma - 1}}} \quad (4)$$

p , кгс	Δt , мкс	v , м/с	M
18	628	398,09	1,17
35	580	431,03	1,27
51	552	452,90	1,33
66	524	477,10	1,40
83	508	492,13	1,45

Таблица 1: Определение числа Маха для 1-5 атмосфер p_4

p_4/p_1	p_2/p_1	p_2/p_4	Δp_2 , атм	Δp_t , атм
2,09	1,43	1,43	0,43	1,02
3,06	1,71	1,71	0,71	1,81
3,88	1,90	1,90	0,90	2,43
5,01	2,13	2,13	1,13	3,20
5,85	2,28	2,28	1,28	3,74

Таблица 2: Расчет давлений p_2 , p_4 , p_t

Показания отдельных датчиков, к сожалению, не были зафиксированы в силу того, что с осциллографа снималось показание разности напряжений на датчиках. Такое случается...

Далее приведены зависимости $p_4/p_1(M)$, $p_2/p_1(M)$.

Зависимость $p_4/p_1(M)$

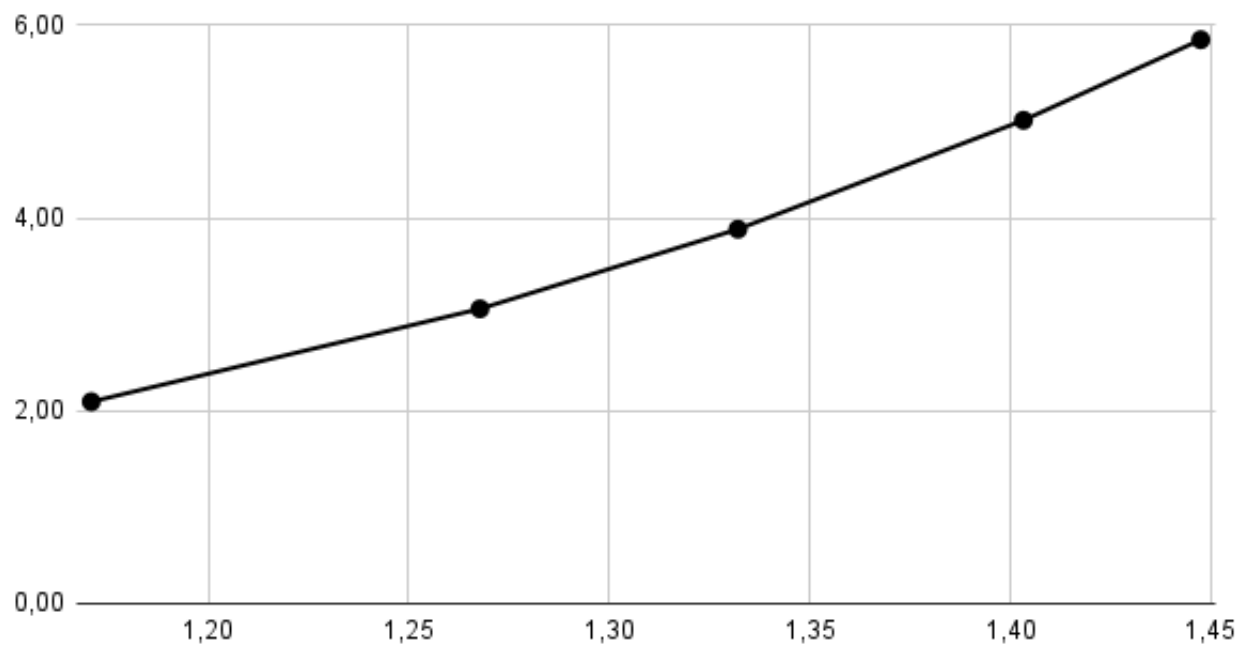


Рис. 2: Зависимость $p_4/p_1(M)$

Зависимость $p_2/p_1(M)$

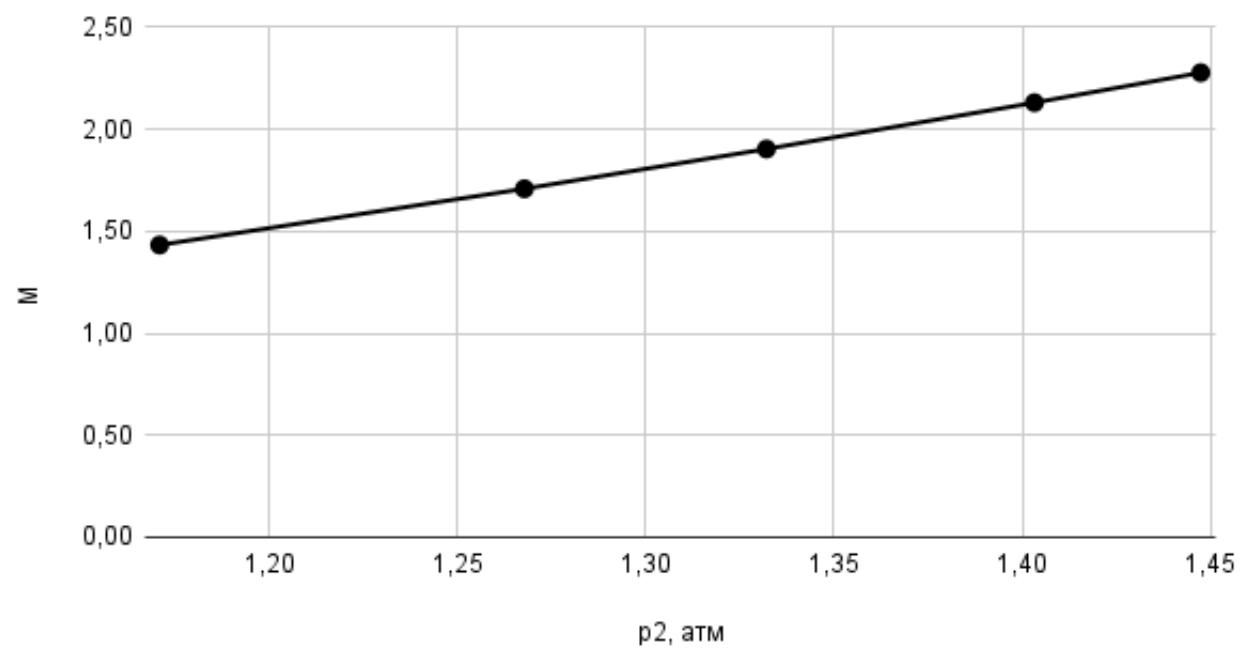


Рис. 3: Зависимость $p_2/p_1(M)$

2 Вывод

Главным выводом в данной работе является то, что зависимость давления p_4 от числа Маха растёт экспоненциально, что показано на графике (2).