

НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ВЫСШАЯ ШКОЛА ЭКОНОМИКИ

Факультет физики

Лабораторная работа

«Получение и измерение вакуума»

Работу выполнила группа студентов 3 курса

Захаров Сергей Дмитриевич

Ивлева Валерия Андреевна

Лопатина Софья Алексеевна



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ

Москва
2020

Содержание

1. Цель работы	1
2. Теоретическое введение	1
3. Ход работы	2
3.1. Форвакуумный насос	2
3.2. Цеолитовый насос	2
4. Вывод	3

1. Цель работы

Перед выполнением работы были поставлены следующие цели:

- 1) Получить вакуум с помощью форвакуумного и цеолитового насосов, и определить динамику его создания.
- 2) Определить скорость откачки форвакуумного и цеолитового насосов спустя 15 секунд после начала их работы.

2. Теоретическое введение

Для определения скорости откачки воспользуемся определением этой физической величины:

$$S := \left(\frac{dV}{dt} \right)_p \quad (1)$$

Понятно, что подобное определение, строго говоря, в реальности имеет смысл только в каждый отдельно взятый момент времени, поскольку давление постоянно уменьшается в результате работы насоса.

Предположим, что газ, который откачивается из вакуумной камеры, – идеальный, а процесс происходит при постоянной температуре. В таком случае возможно использование закона Бойля-Мариотта (в приращениях):

$$pV = (p + dp) \cdot (V + dV)$$

Раскроем скобки и пренебрежем членом второй степени малости $dp \, dV$:

$$dV = -V \frac{dp}{p} = -V d(\ln p) \quad \Rightarrow \quad \frac{dV}{dt} \stackrel{\text{def}}{=} S = -V \frac{d(\ln p)}{dt}$$

Учтем также следующее:

$$-d(\ln p) = d(\ln p_0 - \ln p) = d \ln \frac{p_0}{p}$$

В таком случае из вышеуказанного получаем:

$$S = V \frac{d[\ln(p_0/p)]}{dt} \quad (2)$$

3. Ход работы

3.1. Форвакуумный насос

Во время откачки газа из вакуумной камеры были получены значения давления внутри камеры в последовательные моменты времени, которые приведены на рисунке (1). На основании этого графика возможно построить график величины $\ln(p_0/p)$, который представлен на рисунке (2). После этого, с помощью последнего графика, возможно с помощью формулы (2) определить скорость откачки насоса в момент времени $t = 15$ с. Если принять $V \approx 3.45$ л, то получаем значение $S_{fl} \approx 0.056$ л/с.

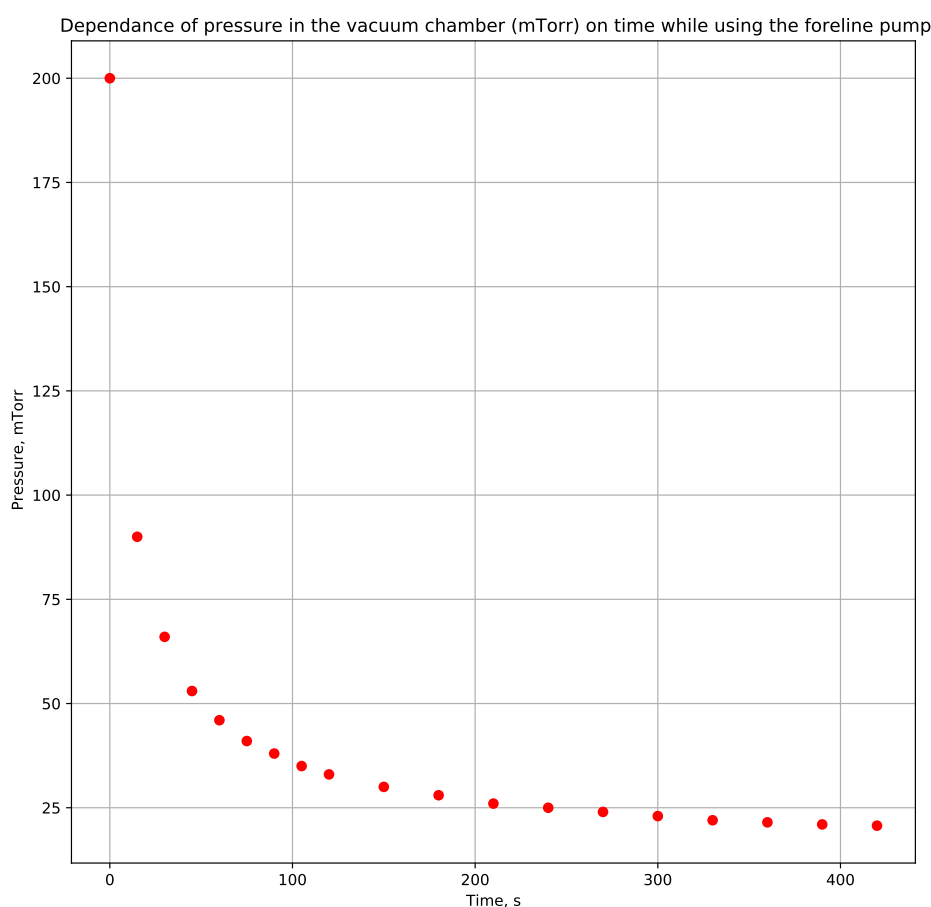


Рис. 1. Зависимость давления внутри вакуумной камеры от времени при использовании форвакуумного насоса.

3.2. Цеолитовый насос

Метод выполнения работы совпадает с уже описанном в разделе [Форвакуумный насос](#), поэтому здесь приведем только полученные графики, которые указаны на рисунках (3) и (4), а также полученное значение скорости откачки: $S_{ze} = 0.051$ л/с.

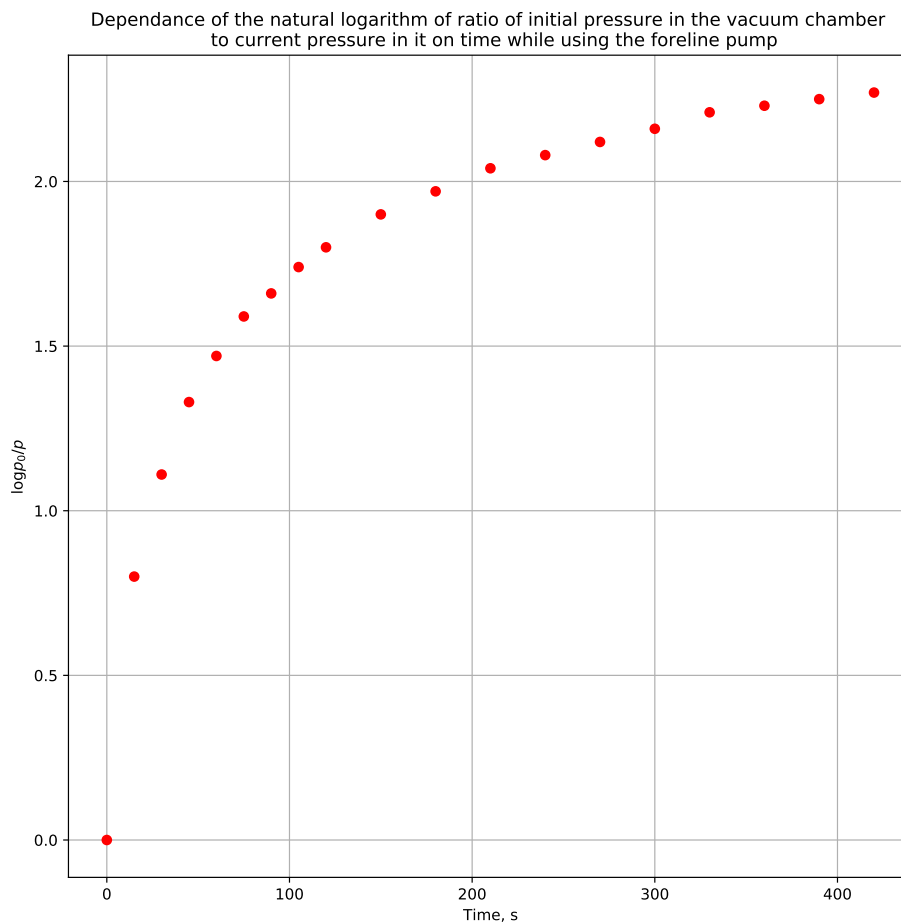


Рис. 2. Зависимость натурального логарифма отношения давления в вакуумной камере в начальный момент времени к текущему давлению в ней от времени при использовании форвакуумного насоса.

4. Вывод

- 1) В результате работы были определены зависимости давления в вакуумной камере от времени при использовании насосов двух типов: форвакуумного и цеолитового.
- 2) Были определены скорости откачки указанных насосов в момент времени $t = 15$ с: $S_{fl} \approx 0.056$ л/с
 $S_{ze} = 0.051$ л/с.

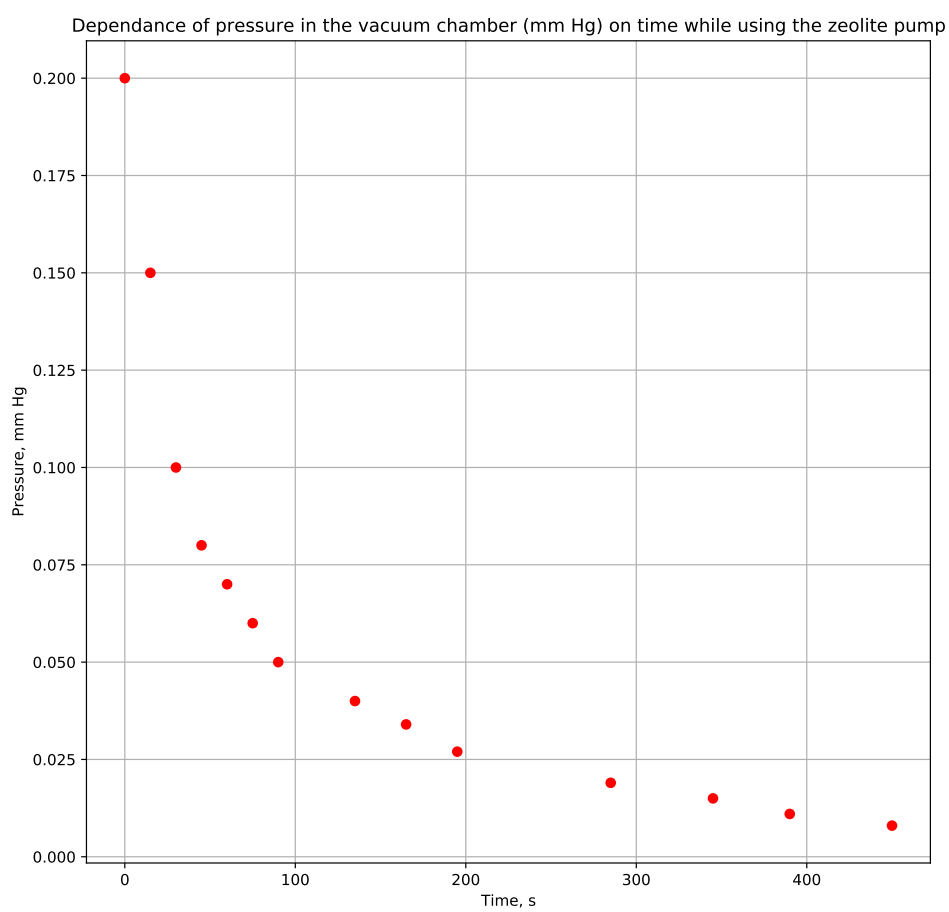


Рис. 3. Зависимость давления внутри вакуумной камеры от времени при использовании цеолитового насоса.

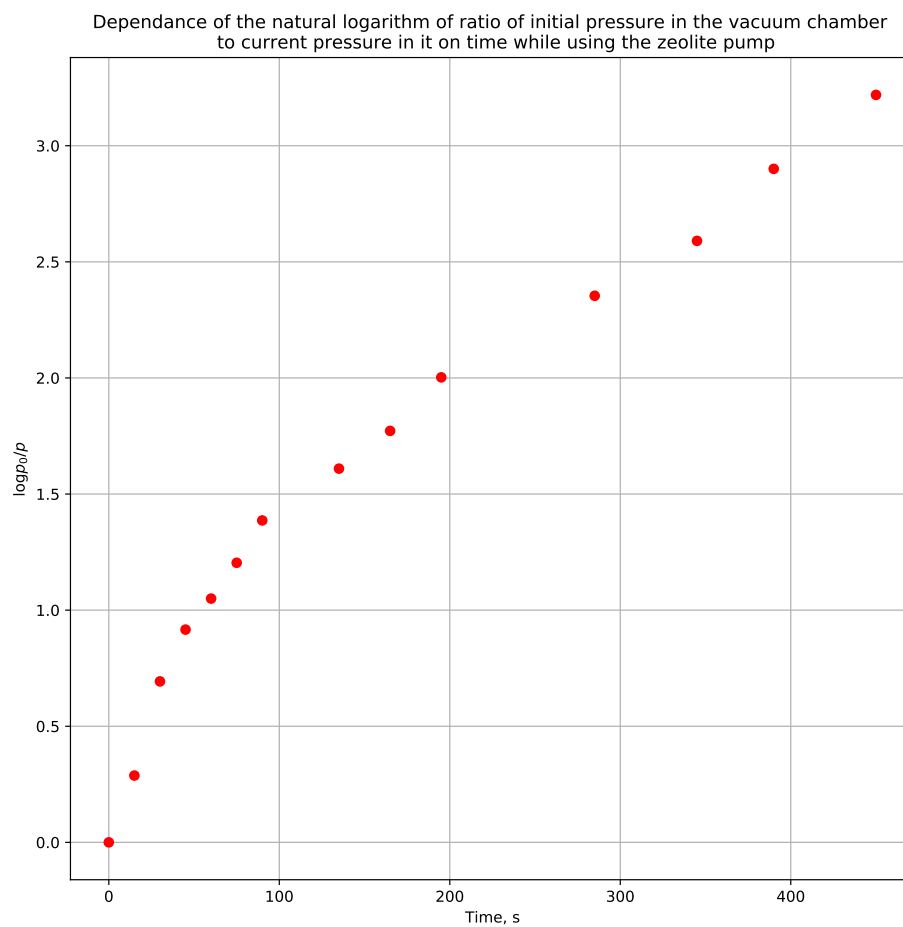


Рис. 4. Зависимость натурального логарифма отношения давления в вакуумной камере в начальный момент времени к текущему давлению в ней от времени при использовании цеолитового насоса.