

Отчет о выполнении работы №2.3.1
Получение и измерение вакуума

Воейко Андрей Александрович, Б01-109

Долгопрудный, 2022

1 Аннотация.

В работе измеряется объем форвакуумной и высоковакуумной частей установки, а также определяется скорость откачки системы в стационарном режиме.

2 Теоретические сведения и экспериментальная установка.

По степени разрежения вакуумные установки принято делить на три класса:

- Низковакуумные — до 10^{-2} – 10^{-3} торр.
- Высоковакуумные — до 10^{-2} – 10^{-3} торр.
- Сверхвысокого вакуума — до 10^{-2} – 10^{-3} торр.

В данной работе исследуются традиционные методы откачки механическим форвакуумным насосом до давления 10^{-2} торр и диффузионным масляным насосом до давления 10^{-5} торр, а также методы измерения вакуума в этом диапазоне.

2.1 Экспериментальная установка.

Установка изготовлена из стекла и состоит из фовакуумного баллона (ФБ), высоковакуумного диффузионного насоса (ВН), высоковакуумного баллона (ВБ), масляного (М) и ионизационного (И) манометров, термпарных манометров (M_1 и M_2), форвакуумного насоса (ФН) и соединительных кранов $K_1, K_2 \dots K_6$ (рис. 1). Кроме того, в состав установки входят: вариатор (автотрансформатор с регулируемым выходным напряжением), или реостат и амперметр для регулирования тока нагревателя диффузионного насоса.

2.1.1 Краны.

Все краны вакуумной установки — стеклянные. Стенки кранов тонки, пробки кранов полые и составляют одно целое с рукоятками. Кран K_1 используется для заполнения форвакуумного насоса и вакуумной установки атмосферным воздухом. Во время работы установки он должен быть закрыт. Трехходовой кран K_2 служит для соединения форвакуумного насоса с установкой атмосферой. Кран K_3 отделяет высоковакуумную часть установки от форвакуумной. Кран K_4 соединяет между собой колена масляного манометра. Он должен быть открыт во все время работы установки и

закрывается лишь во время работы установки и закрывается лишь при измерении давления в форвакуумной части. Краны K_5 и K_6 стоят по концам капиляра и соединяют его с форвакуумной и высоковакуумной частями установки. Суммарный объем обоих кранов и капиляра 50 см^3 . Диаметр капиляра $0,8 \text{ мм}$. Его длина 108 мм .

2.1.2 Форвакуумный насос.

Устройство и принцип действия ротационного форвакуумного насоса, ипользующегося в данной работе, изображены на рис. 2.

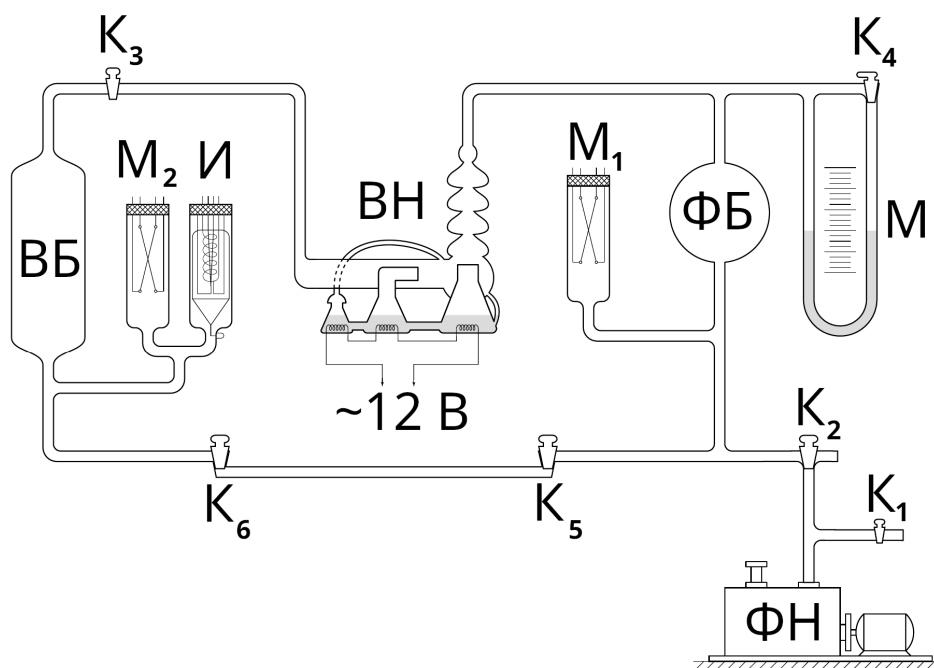


Рис. 1: Схема экспериментальной установки.

Насос состоит из ротора, расположенного эксцентрично в цилиндре. В роторе есть прорезь, в которой располагаются способные предвигаться в нем пластины. В ходе вращения в цилиндре образуются две полости — увлекаемые пластинами «А» и «Б» соответственно. На первом и втором рисунках пластина «А» втягивает воздух из входной трубки в полость. На третьем полость отделяется от трубки пластиной «Б», а на четвертом пластина «Б» заталкивает воздух в выходную трубку.

2.1.3 Диффузионный насос.

Откачивающее действие диффузионного насоса основано на диффузии молекул разреженного воздуха в струю паров масла. Попавшие в струю молекулы газа увлекаются ею и уже не возвращаются назад. Устройство этого насоса изображено на рис. 3.

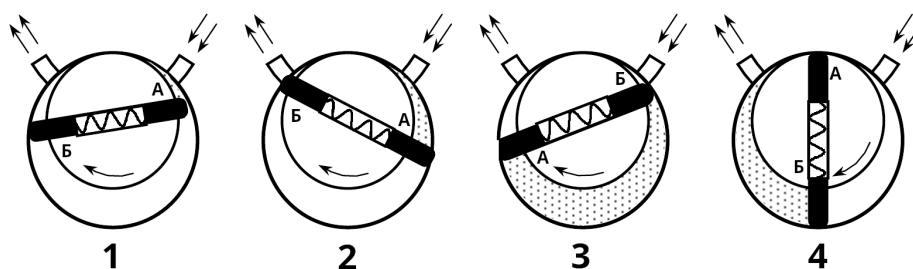


Рис. 2: Схема действия ротационного пластинчатого форвакуумного насоса.

Масло нагревается электрической печкой. Пары масла поднимаются по трубе Б и вырываются из сопла В. Струя паров увлекает молекулы газа, которые поступают из откачиваемого сосуда через трубу ВВ. Дальше смесь попадает в вертикальную трубу Г. Здесь масло осаждается на стенках трубы и маслосборников и стекает вниз, а оставшийся газ через трубу ФВ откачивается форвакуумным насосом. Диффузионный насос работает наиболее эффективно при давлении, когда длина свободного пробега молекул воздуха примерно равна ширине кольцевого зазора между соплом В и стенками трубы ВВ. В этом случае пары масла увлекают молекулы воздуха из всего сечения зазора.

2.1.4 Процесс откачки.

Производительность насоса определяется скоростью откачки W (л/с): W — это объем газа, удаляемого из сосуда при данном давлении за единицу времени. Скорость откачки форвакуумного насоса равна емкости воздухозаборной камеры, умноженной на число оборотов в секунду.

Рассмотрим обычную схему откачки. Разделим вакуумную систему на две части: «откачиваемый объем» (в состав которого включим используемые для работы части установки) и «насос» к которому кроме самого насоса, отнесем трубопроводы и краны, через которые производится откачка нашего объема. Обозначим через Q_d количество газа, десорбирующегося с поверхности откачиваемого объема в единицу времени, через $Q_{и}$ — количество газа, проникающего в этот объем извне — через течи.

3 Результаты измерений и обработка данных.

4 Выводы.

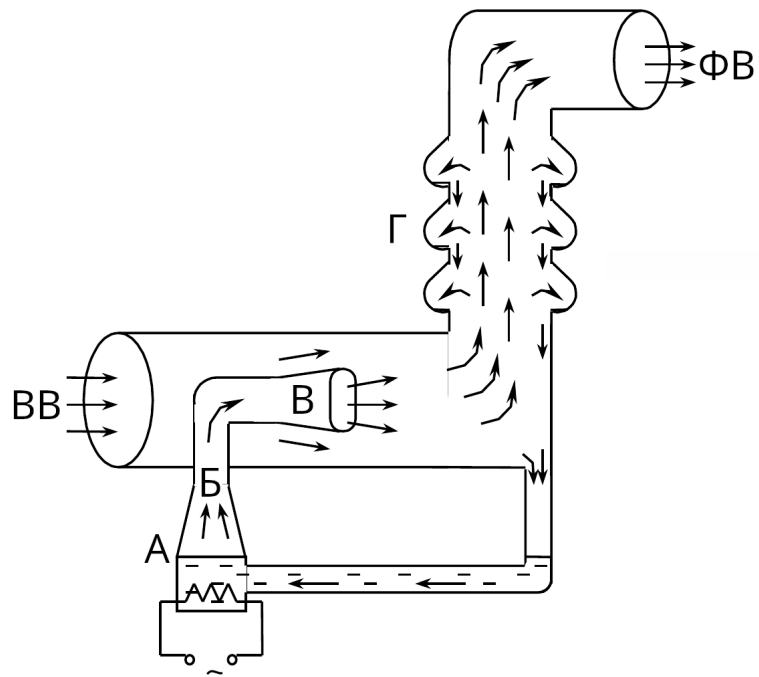


Рис. 3: Схема действия ротационного пластинчатого форвакуумного насоса.