

МОСКОВСКИЙ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ (НАЦИОНАЛЬНЫЙ  
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

Факультет общей и прикладной физики

## Отчет о выполнении работы 2.3.1. Получение и измерение вакуума

Выполнил:  
Студент гр. Б02-304  
Головинов. Г.А.



Долгопрудный, 2024

## Аннотация

**Цель работы:** 1) измерение объёмов форвакуумной и высоковакуумной частей установки; 2) определение скорости откачки системы в стационарном режиме, а также по ухудшению и улучшению вакуума.

**В работе используются:** вакуумная установка с манометрами: масляным, термпарным и ионизационным.

## Основные теоретические сведения

### Принцип работы ионизационного манометра

Ионизационный манометр представляет собой трёхэлектродную лампу. Электроны испускаются накалившимся катодом и увлекаются электрическим полем к аноду. Пролетая за витки анода, электроны замедляются полем коллектора и возвращаются к катоду, а от него вновь увлекаются к аноду.

Перед тем, как осесть на аноде они успевают много раз пройти расстояние между катодом и анодом, на этом пути они ионизируют молекулы газа. Ионы, образовавшиеся между анодом и коллектором, притягиваются его полем. По ионному току в цепи можно понять плотность молекул газа (она пропорциональна току), отсюда уже можно найти давление газа.

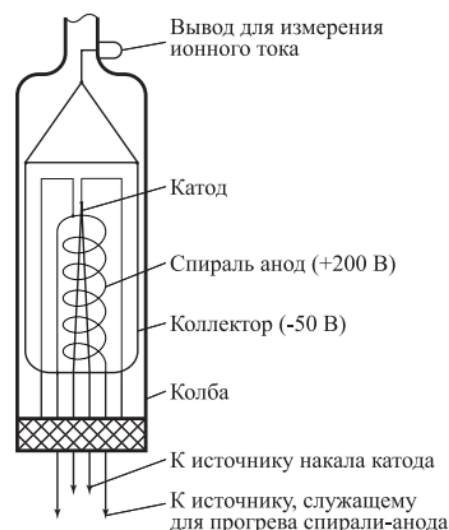


Рис. 1: Схема ионизационной лампы.

## Процесс откачки

Пусть  $W$  — скорость откачки насосом,  $Q_d$  — количество газа, десорбирующегося с поверхности откачиваемого объема в единицу времени,  $Q_n$  — количество газа, проникающего в единицу времени извне,  $Q_n$  — поток газа, поступающего обратно из насоса. Все потоки  $Q$  будем измерять в единицах  $pV$ .

Обычно  $Q_n$  — постоянно, а два других потока слабо зависят от времени, поэтому скорость откачки  $W$  можно считать постоянной. Чтобы отойти от предельного давления следует проинтегрировать (1):

$$-V dp = (pW - Q_d - Q_n - Q_n) dt \quad (1)$$

$$-V \int_{p_{\text{пр}}}^p \frac{dp}{p} = \int_0^t \left( W - \frac{\sum Q_i}{p} \right) dt$$

$$p - p_{\text{пр}} = (p_0 - p_{\text{пр}}) \exp \left( -\frac{W}{V} t \right)$$

При достижении предельного давления  $p_{\text{пр}}$ :

учитывая, что  $p_{\text{пр}} \ll p_0$ , получим:

$$\frac{dp}{dt} = 0$$

$$p = p_0 \exp \left( -\frac{W}{V} t \right) \quad (3)$$

значит

$$p_{\text{пр}} W = Q_d + Q_n + Q_n \quad (2)$$

Постоянная откачки  $\tau = V/W$  является мерой эффективности откачки системы.