

## Дополнительные указания к лабораторной работе 9. Изучение работы форвакуумного насоса.

Прежде чем обсуждать содержание работы остановимся на особенностях работы с вакуумной установкой.

Перед Вами стеклянная вакуумная установка, и у Вас хватит сил, чтобы ее сломать. Не делайте этого! Установка содержит большое количество стеклянных кранов. Кран представляет собой пару стеклянных конусов, внешний из них неподвижен, а внутренний можно поворачивать вокруг оси конуса. На боковой поверхности внутреннего конуса имеется отверстие, которое позволяет вакуумно соединить две стеклянные трубки, припаянных к неподвижной части крана. Одна из них припаяна перпендикулярно общей оси двух конусов, другая — вдоль оси. Отверстие на боковой поверхности внутреннего конуса находится с той стороны, в которую направлен клюв ручки подвижного конуса. То есть клюв показывает, с какой стороны находится отверстие. Между двумя конусами находится вакуумная смазка. Если смазка загустела, то повернуть кран бывает непросто. В этом случае, поворачивая кран, есть опасность сломать стекло. Чтобы этого не случилось, поворачивайте кран, не торопясь, и за несколько движений, а не за одно. Возьмитесь одной рукой за неподвижную часть крана, а другой рукой — за хвостик (клюв) подвижной части. Поворачивайте кран, не торопясь. Чаще отпускайте обе руки, чтобы удостовериться, что кроме поворота Вы не тянете кран ни в какую сторону. Если Вы потянули кран, то, отпустив обе руки, Вы заметите, что кран поступательно сдвинулся обратно. Это означает, что нужно внимательнее следить за тем, чтобы не гнуть кран.

Вторая особенность данной работы — работа с форвакуумным насосом. Вакуумный насос предназначен для откачки воздуха из установки, где его нет. Если там есть воздух, то при откачке в насосе горит смазка (форвакуумное масло). Вы почувствуете это по запаху дыма. Если насос быстро откачал воздух из установки, а новый воздух туда не поступает, то сгорит незначительное допустимое количество масла, и запаха дыма не будет. Время от времени форвакуумное масло в насос все же приходится доливать. Если насос выключить, то атмосферное давление через выхлоп насоса выдавит из него масло обратно в откачанную вакуумную установку. Не представляю себе, каким образом ее придется отмывать после этого. Чтобы этого не происходило, после выключения насоса в течение десятков секунд нужно повернуть кран между вакуумной установкой и насосом так, чтобы отсечь установку от насоса и напустить атмосферный воздух в насос. Соответственно, перед включением насоса кран повернут так, что насос собирается откачивать воздух из комнаты, а не из установки. Перед включением насоса поверните кран в промежуточное положение, при котором входной резиновый шланг насоса не соединен ни с комнатой, ни с вакуумной установкой. Затем со всей силой нажмите на стенном выключателе белую кнопку. Если эта кнопка относится к насосу, то он застучит. Красная кнопка, расположенная ниже белой кнопки, предназначена для выключения насоса.

Третья особенность работы — масляный манометр. При работе с масляным манометром нужно следить за тем, чтобы не было момента, когда в одном из колен давление сравнимо с атмосферным давлением (760 Торр или 12 метров масляного столба), а в другом колене давление много меньше. Удар масла из-за большой разницы давлений в коленах манометра может сломать стекло! Нельзя напускать атмосферное давление в измеряемое колено манометра, когда в закрытом колене вакуум. Нельзя откачивать измерительное колено манометра, когда в закрытом колене атмосферное давление газа. Зато можно что угодно откачивать и напускать, когда кран между двумя коленами манометра открыт. Чтобы измерять давление масляным манометром нужно сначала откачать воздух из обоих колен манометра и одно из колен перекрыть краном. Измерять давление газа в другом колене манометра, которое соединено с остальной вакуумной установкой, нужно по разности уровней масла в коленах. 16 мм масляного столба соответствуют 1 мм ртутного столба и соответствуют давлению в 1 Торр. Если давление изменилось быстро, то измерять его лучше не сразу, так как масло долго стекает по стенкам трубки.

Время от времени студенты все равно делают что-то не так и что-нибудь ломают, поэтому не ждите слишком сурового наказания, если Вы что-то перепутали или недодумали.

Лабораторная работа состоит из трех частей.

В первой части нужно экспериментально получить кривую откачки, то есть получить зависимость давления в вакуумной установке от времени.

Время измеряется секундомером или наручными часами, так как достаточно измерять целые секунды без дробных частей.

Давление измеряется термодатным вакуумметром. Термодатный вакуумметр можно безбоязненно включать, выключать и как угодно переключать в любое время. Термодатный вакуумметр имеет два рабочих диапазона. Каждый диапазон имеет свою градуировочную кривую, по которой можно определить давление газа по измеренному значению термо э.д.с. При работе в первом диапазоне вакуумметра ток нагревателя устанавливают на максимальное значение шкалы измерения тока. С этой целью переключатель "ток нагревателя — измерение" переводят в положение "ток нагревателя" и потенциометром "регулировка тока нагревателя" устанавливают нужное значение тока. При работе во втором диапазоне ток нагревателя устанавливают равным 120 мА (точнее ток следовало бы подобрать так, чтобы при абсолютном вакууме термо э.д.с. составила 10 мВ).

Для измерения кривой откачки секундомер включают одновременно с поворотом крана между вакуумной установкой и форвакуумным насосом из нейтрального положения в положение "откачка" и в последовательные моменты времени (с интервалом 15–30 секунд) записывают значение термо э.д.с. в первом режиме работы вакуумметра. Когда давление становится настолько низким, что в первом режиме его не измерить (термо э.д.с. больше 10 мВ), не останавливая откачку, переключают вакуумметр во второй режим, настраивают ток его нагревателя (120 мА) и продолжают измерения давления. По результатам измерений составляют таблицу из двух столбцов: время и термо э.д.с. Термо э.д.с. по двум градуировочным кривым пересчитывают в давление газа, получая зависимость давления от времени откачки.

Во второй части работы нужно определить объем вакуумной установки путем измерения отношения этого объема к известному (эталонному) объему колбы припаянной к вакуумной установке. Измерения проводятся масляным манометром.

Провести измерения отношения объемов можно одним из двух разных способов. В любом случае сначала откачаем оба колена масляного насоса и закроем одно из колен.

В первом способе. Сначала откачаем вакуумную установку и эталонный объем. Затем отсоединим эталонный объем от вакуумной установки и оставим в нем вакуум. Теперь перекроем откачку насосом и с помощью натекателя (винт, через резьбу которого воздух просачивается в вакуумную установку) напустим в вакуумную установку давление измеримое масляным манометром. Отсечем краном натекатель от вакуумной установки и измерим давление  $P_1$ . Откроем кран между вакуумной установкой и откачанным эталонным объемом. Газ поделится между двумя объемами. Измерим новое давление  $P_2$ . Первоначальное давление  $P_1$  и объем  $V_1$  связаны с конечными давлением  $P_2$  и объемом  $V_1+V_2$  соотношением  $P_1 \cdot V_1 = P_2 \cdot (V_1 + V_2)$ . Откуда можно найти интересующее нас отношение объемов  $V_1/V_2$ .

Второй способ измерения отношения объемов. Отсечем откачку установки. Создадим натекателем в объеме  $V_1+V_2$  давление измеримое масляным манометром. Отсечем натекатель и измерим полученное давление  $P_1$ . Отсечем краном объемы  $V_1$  и  $V_2$  друг от друга. Откачаем неизвестный нам объем вакуумной установки  $V_2$ . Прекратим его откачку, повернув кран на форвакуумный насос. Поделим воздух из объема  $V_1$  между обоими объемами  $V_1$  и  $V_2$  и получим давление  $P_2$ .

В третьей части работы нужно измерить скорость откачки насоса при разных давлениях. Для начала, как и во второй части работы, нужно откачать оба колена масляного манометра и закрыть одно из колен. Затем, не прекращая откачки, откроем один из натекателей. В результате натекания и откачки установится некоторое давление газа, измеримое масляным манометром. Чтобы измерить скорость откачки насоса при этом давлении газа нужно закрыть кран на откачку и измерить промежуток времени и изменение давления за это время за счет натекания газа. Для расчета скорости откачки потребуется знать объем откачиваемой установки.