

картина мира, общие информационные закономерности строения и функционирования самоуправляемых систем.

Второй аспект – методы и средства получения, обработки, передачи, хранения и использования информации, решения задач с помощью компьютера и других средств информационных технологий. Этот аспект связан, прежде всего, с подготовкой учащихся к практической деятельности, продолжением образования.

УДК 621.762.4

Опиок А.А.

РАСЧЁТ ВРЕМЕНИ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОТКАЧКИ ВАКУУМНОЙ КАМЕРЫ

БНТУ, г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: канд. физ.-мат. наук, доцент

Босяков М.Н.

Для расчёта времени предварительной откачки вакуумной камеры необходимо вначале определить границы режимов течения газа в трубопроводе предварительного разрежения. Во время откачки вакуумной системы давление газа в ней уменьшается, и одновременно с этим меняются режимы течения газа в трубопроводах. Вязкостный режим течения наблюдается в низком вакууме, когда длина свободного пробега молекул газа λ много меньше диаметра трубопровода d ($\lambda < d$). В этих условиях число столкновений между молекулами намного превышает число ударов о стенки. Газ в целом движется с различной скоростью по поперечному сечению трубопровода. Для определения режимов течения газа используется критерий Кнудсена [1]

$$Kn = \lambda/d \quad (1)$$

Для вязкостного режима должно выполняться условие

$$Kn = \frac{\lambda}{d} \leq 5 \cdot 10^{-3}, \quad (2)$$

что соответствует

$$\bar{p} \cdot d \geq 1,33 \text{ Па} \cdot \text{м}. \quad (3)$$

где p – давление, Па; d – диаметр трубопровода, м.

Таким образом, если задан диаметр трубопровода, то из выражения (3) можно определить граничное значение давления p , при котором режим течения газа будет вязкостный и проводимость трубопровода для воздуха можно рассчитать по формуле [1]:

$$U_{\text{ТВ}} = 1,36 \cdot 10^3 \frac{d^4}{l} \cdot \frac{p_1 + p_2}{2}, \quad (4)$$

где d, l – в м; p – в Па; $U_{\text{ТВ}}$ – в м³/с; p_1, p_2 – давление в начале и конце трубопровода.

Если известны длина магистрали, диаметр трубопровода и величина предельного давления, то скорость откачки (производительность) насоса можно вычислить из следующего выражения [1]:

$$S_{\text{н}} = \frac{2,3V \lg p_1 / p_2}{(t_2 - t_1) - \frac{V}{C} \left(\frac{1}{p_2} - \frac{1}{p_1} \right)}, \quad (5)$$

где V – объем вакуумной камеры, м³; p_1, p_2 – начальное и конечное давление, Па ($p_1=10^5$ Па); t_1 – начало откачки, с; t_2 – время откачки, с; $C = 1360d^4/l$ – константа, зависящая от геометрии трубопровода.

Преобразовав данное выражение, можно определить время откачки камеры до некоторого граничного значения давления p , когда режим течения газа будет вязкостный:

$$t_{\text{отк}} = 2,3 \left(\frac{V_{\text{кам}}}{S_{\text{н}}} \right) \lg \left(\frac{1,013 \cdot 10^5}{p_{\text{пред}}} \right) - \frac{V_{\text{кам}}}{C} \left(\frac{1}{p_{\text{пред}}} - \frac{1}{1,013 \cdot 10^5} \right). \quad (6)$$

Расчет времени откачки камеры по формуле (6) можно проводить только в том случае, если скорость откачки насоса постоянна в диапазоне от атмосферного давления до давления $p_{пред.}$ – кривая (а) на рисунке 1. Если скорость откачки в диапазоне от атмосферного до $p_{пред.}$ переменна – кривые (б) и (в) рис. 1, то тогда весь диапазон необходимо разбить на участки, для которых выбирается средняя для диапазона скорость откачки и расчет ведется по формуле (5) для каждого участка. Общее время откачки будет равно сумме отдельных $t_{отк.}$

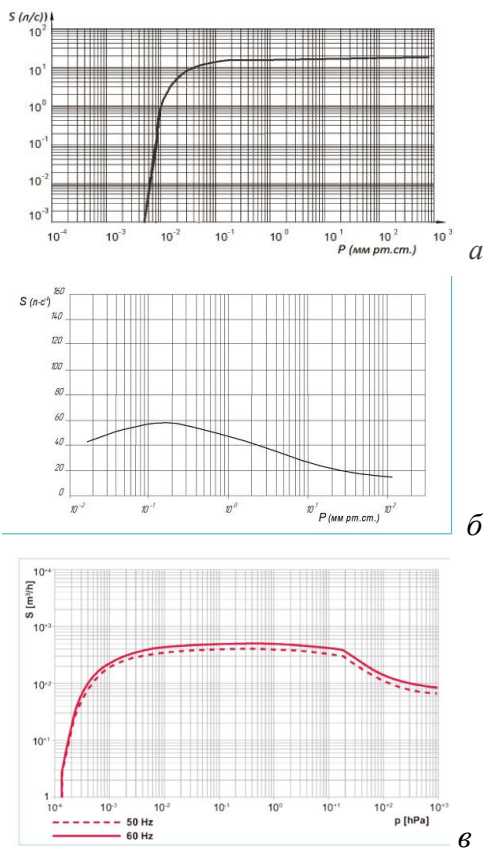
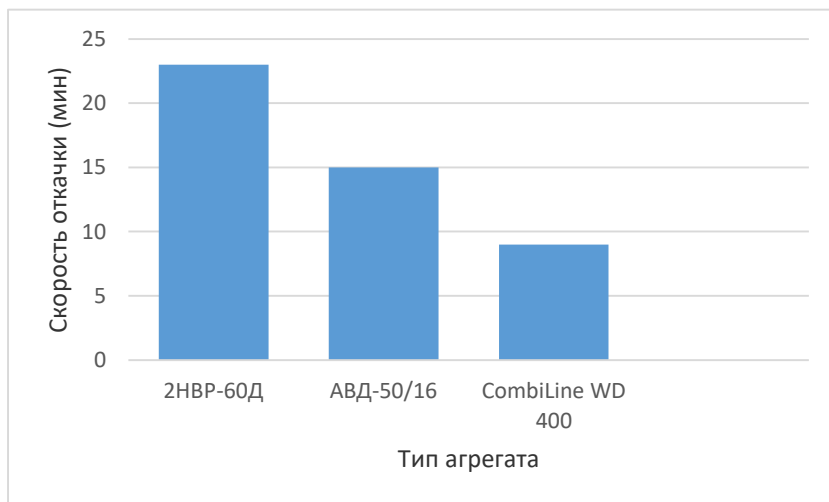


Рисунок 1 – Скорость откачки насоса 2НВР-60Д (а), агрегата АВД-50/16 (б) и агрегата CombiLine WD 400 (в).

Следует отметить, что скорость откачки форвакуумных насосов у приведенных агрегатов составляет порядка 18 л/с, как и у насоса 2НВП-60Д, а суммарная – переменна в зависимости от давления.

Рассмотрим для примера влияние скорости откачки на время предварительного вакуумирования камеры объемом 3м³ через магистраль диаметром 40 мм и длиной 3 метра до давления 40 Па. Для данного диаметра трубопровода граничное давления, когда режим течения газа является вязкостным, согласно (3) $p_{гр.} = 33$ Па, следовательно, для расчета проводимости трубопровода будем использовать формулу (4).

Для расчета диапазон давления от атмосферного до 40 Па в случае (б) разбивали на 6 участков, для случая (в) – на 3 участка. Далее надо просчитать отдельные времена откачки для случаев б и в, и затем суммарное время, а также время для случая а и привести сравнительные данные в виде столбчатой диаграммы.



Тип агрегата	Диапазон давления (Па)	S_{cp}
2НВР-60Д	10^5 -40	18
АВД-50/16	10^5 -13300	17,85
	13300-4000	22,85
	4000-1330	32,15
	1330-400	42,85
	400-133	51,4
	133-40	56,8
CombiLine WD 400	10^5 - 10^3	24
	10^3 -2000	54
	2000-40	98

ЛИТЕРАТУРА

1. Розанов, Л. Н. Вакуумная техника / Л. Н. Розанов. – М.: Высш. шк., 2007. – 320 с.

УДК 372.8

Оскирко А.

ЗАНИМАТЕЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ПО ИНФОРМАТИКЕ

БНТУ, г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель: ст. преподаватель Зуёнок А.Ю.

В информатике часто используются разнообразные нестандартные средства, которые объединены общей идеей: игры, кроссворды, занимательные задачи, ребусы. Один из способов предназначенный для вовлечения учащихся в деятельность – это внедрение в обучение такого понятия как занимательность. Занимательность делает учебный процесс более «живым», а также влияет на развитие интеллектуальных и творческих способностей, познавательных интересов. В процессе обучения важно обеспечивать возникновение положительных эмоций по отношению к процессу обучения, к её содержанию,