

УДК 621.521

Сницарев Е.В.

РАСЧЕТ ПРОВОДИМОСТИ ВАКУУМНЫХ СИСТЕМ В МОЛЕКУЛЯРНЫХ УСЛОВИЯХ

Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь

Научный руководитель доктор техн. наук, доцент *Иванов И.А.*

Важным вопросом для вакуумной техники является количественное определение течения газов, вызванного существующей в системе известной разностью давлений. Так как элементы вакуумных систем имеют разные конфигурации, условия течения газа в них также бывают различными. При определении проводимости учитывается форма проточных каналов и отверстий и режим течения (вязкий, молекулярный, промежуточный). Для техники высокого вакуума типичным является течение в молекулярных условиях.

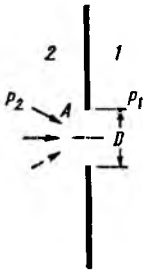


Рисунок – 1. Отверстия площадью A (диаметром D) в плоской стенке неограниченных размеров. 1 и 2 – области вакуумной системы.

и со стороны 1, соответственно, равны:

$$v'_{1(b)} = \frac{1}{4} n_2 v_{ap} = \frac{1}{4} \frac{p_2}{kT} v_{ap} \quad (1)$$

$$v'_{1(a)} = \frac{1}{4} n_1 v_{ap} = \frac{1}{4} \frac{p_1}{kT} v_{ap} \quad (2)$$

Тогда, поток газа через отверстие площадью A_0 , составит:

$$I = \frac{1}{4} v_{\text{ср}} A_0 (p_2 - p_1) \quad (3)$$

Проводимость отверстия будет равна:

$$G_0 = \frac{1}{4} v_{\text{ср}} A_0 \quad (4)$$

Скорость $v_{\text{ср}}$ выражена в $\text{см} \cdot \text{с}^{-1}$, A_0 - в см^2 , G - $\text{см}^3 \cdot \text{с}^{-1}$.

Выражая $v_{\text{ср}}$ с помощью формулы:

$$v_{\text{ср}} = \sqrt{4/\pi} v_{\text{ср}} = 1,128 v_{\text{ср}} = 1,455 \cdot 10^4 \sqrt{\frac{T}{M_0}} \approx 1,46 \cdot 10^4 \sqrt{\frac{T}{M_0}} \quad (5)$$

Заменяя см^3 на л, получаем:

$$G_0 = 3,65 \sqrt{\frac{T}{M_0}} A_0 \quad (6)$$

Следовательно, проводимость отверстия пропорциональна его площади. Из формулы (4) видно, что коэффициентом пропорциональности является средняя арифметическая скорость молекул, которая возрастает вместе с температурой и уменьшается с увеличением массы молекул, как это вытекает из формулы (6). Таким образом, например, для водорода проводимость примерно в 4 раза больше, чем для воздуха. При температуре жидкого гелия ($\sim 4^\circ\text{K}$) проводимость в ~ 9 раз меньше, чем при комнатной температуре ($\sim 300^\circ\text{K}$).

В случае круглого отверстия диаметром D_0 :

$$G_0 = 2,85 \sqrt{\frac{T}{M_0}} D_0^2 \quad (7)$$

Если поверхность, в которой имеется отверстие, не бесконечна, а имеет ограниченную площадь A , то проводимость отверстия A_0 увеличивается по мере уменьшения отношения A/A_0 . В случае цилиндрического резервуара с отверстием в основании цилиндра увеличение проводимости отверстия вызывается в некоторой степени фокусирующим действием, которое оказывает цилиндр диаметром D на молекулы газа, движущиеся в резервуаре в направлении отверстия A_0 .

Это влияние можно учесть, заменяя площадь A_0 отверстия эффективной площадью:

$$A'_0 = \frac{1}{1 - A_0/A} \quad (8)$$

При $A = A_0$ резервуар превращается в трубопровод с поперечным сечением, равным площади отверстия.

Вывод: Анализируя молекулярное течение газа через отверстия, было установлено, что проводимость отверстия пропорциональна его площади. А коэффициентом пропорциональности является средняя арифметическая скорость молекул, которая возрастает вместе с температурой и уменьшается с увеличением массы молекул.

ЛИТЕРАТУРА

1. Грошковский, Я. Техника высокого вакуума.- М: Изд. Мир, 1975.- 622 с.

УДК 621.92

Соцкий Д. А., Марфушкин М. В.

**ИССЛЕДОВАНИЕ КЕРАМИЧЕСКОЙ СВЯЗКИ ДЛЯ
АБРАЗИВНОГО ИНСТРУМЕНТА ИЗ
КУБИЧЕСКОГО НИТРИДА БОРА**

*Учреждение образования «Гомельский государственный университет
им. Франциска Скорины», г. Гомель, Республика Беларусь*

Научный руководитель канд. техн. наук, доцент Купреев М. П.

Изучено влияние на плавкость керамической связки лития и фтора, входящих в ее состав в виде фтористого натрия и углекислого лития. Плавления и вязкостные свойства связки оценивались температурами начала оплавления и растекания образцов, выполненных в виде цилиндров диаметром 15 мм и высотой 15 мм. Установлено, что литий уменьшает температуру плавления связки на 50 - 100 °С по сравнению с натрием и значительно снижает ее вязкостные свойства. Фтор еще в большей степени, чем литий, снижает температуру начала плавления связки. Но связки с фтором отличаются более высокой температурой растекания, что характеризует их как более вязкие.

Оптимальные результаты при шлифовании высоколегированных, конструкционных и инструментальных сталей получают, применяя абразивный инструмент на основе кубического нитрида бора – эльбора.

Приобретаемый предприятиями Республики Беларусь шлифовальный инструмент из кубического нитрида бора на керамической связке выпускается в основном в России. Вместе с тем, в Объединенном институте физики твердого тела и полупроводников НАН Беларуси отработана технология изготовления порошков кубического нитрида бора, не уступающих по качеству российским. В связи с этим разработка и исследование абразивного инструмента из освоенных в РБ порошков кубического нитрида бора является актуальной задачей.

Режущие свойства абразивного инструмента на основе эльбора во многом определяются качеством примененной керамической связки. Эта связка должна обеспечить высокую прочность инструмента при температуре его обжига в пределах 1000 °С.

В процессе исследований подобран и рассчитан состав шихты низкотемпературной керамической связки, основными компонентами которой являются мелкодисперсные порошки окиси кремния (60 - 70 % по массе), окиси алюминия (20 - 30 % по массе), борная кислота (15 - 20 % по массе), соли на-