

ИССЛЕДОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ГАЗОВЫДЕЛЕНИЯ ИЗ УСТРОЙСТВ С БЕСКОНТАКТНЫМ МАГНИТНЫМ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕМ В ВАКУУМНОМ ОБОРУДОВАНИИ ЭЛЕКТРОННОГО ПРОИЗВОДСТВА

© 2011 г. Е.Н. ИВАШОВ, П.С. КУЗНЕЦОВ, С.В. СТЕПАНЧИКОВ

Московский государственный институт электроники и математики
(технический университет)
e-mail: ienmiem@mail.ru, kuziapavel@mail.ru

Одним из перспективных направлений развития функциональных механических систем для вакуумного оборудования электронного производства, является создание устройств с бесконтактным магнитным взаимодействием (УБМВ). Это позволяет снизить количество узлов внешнего трения – источников дополнительного газовыделения.

На Рис. 1 и 2 представлены спектры остаточных газов в объеме вакуумной камеры с УБМВ, работающих при различных степенях разрежения и температурах. Спектрограмма А получена при неработающем УБМВ и характеризует только газовыделение с внутрикамерных поверхностей. Спектрограмма Б соответствует работающему УБМВ.

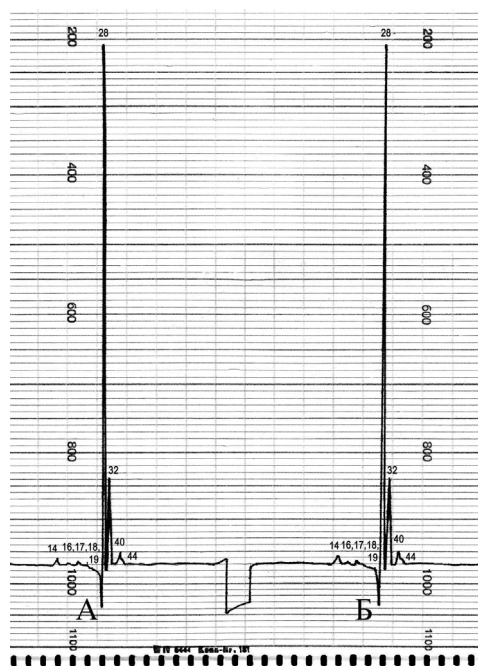


Рис. 1. Спектр остаточных газов в объеме вакуумной камеры: А – УБМВ выключено; Б – УБМВ включено; $p = 6,65 \cdot 10^{-3}$ Па; $T = 298$ К.

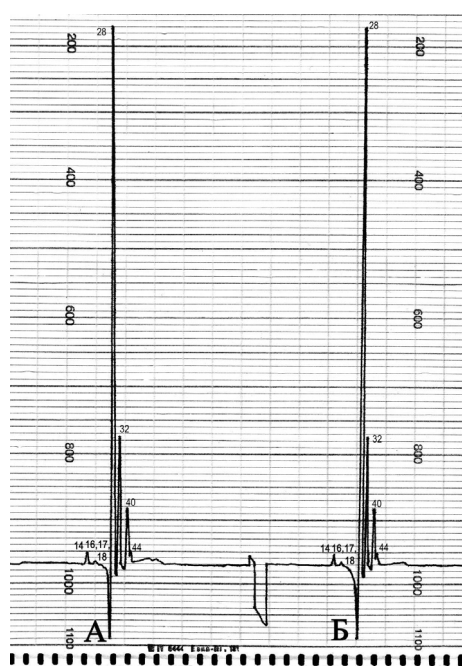


Рис. 2. Спектр остаточных газов в объеме вакуумной камеры: А – УБМВ выключено; Б – УБМВ включено; $p = 6,65 \cdot 10^{-4}$ Па; $T = 298$ К.

Сравнение спектрограмм А и Б показывает, что работающее при различных степенях разрежения и температурах УБМВ не влияет ни на качественный ни на коли-

чественный состав остаточной вакуумной среды и характеризует корректность проведения экспериментов.

В результате компьютерного моделирования [1] построены графики зависимости газового потока q , выделяемого из опорного узла УБМВ, от интенсивности изнашивания J_h при различных скорости скольжения во фрикционном контакте $v_{ск}$, температуре T и давлениях p ($p_1 = 10^{-8}$ Па; $p_2 = 10^{-7}$ Па; $p_3 = 10^{-6}$ Па; $p_4 = 10^{-5}$ Па; $p_5 = 10^{-4}$ Па; $p_6 = 10^{-3}$ Па; $p_7 = 10^{-2}$ Па) в вакуумной камере.

На Рис. 3 представлены зависимости газового потока q , выделяемого из опорного узла УБМВ, от интенсивности изнашивания J_h при скорости скольжения во фрикционном контакте $v_{ск} = 0,1$ м/с, температуре $T = 300$ К и давлениях p ($p_1 \div p_7$) в вакуумной камере.

На Рис. 4 также представлены зависимости газового потока q , выделяемого из опорного узла УБМВ, от интенсивности изнашивания, J_h при скорости скольжения во фрикционном контакте $v_{ск} = 1,0$ м/с, температуре $T = 200$ К и давлениях p ($p_1 \div p_7$) в вакуумной камере.

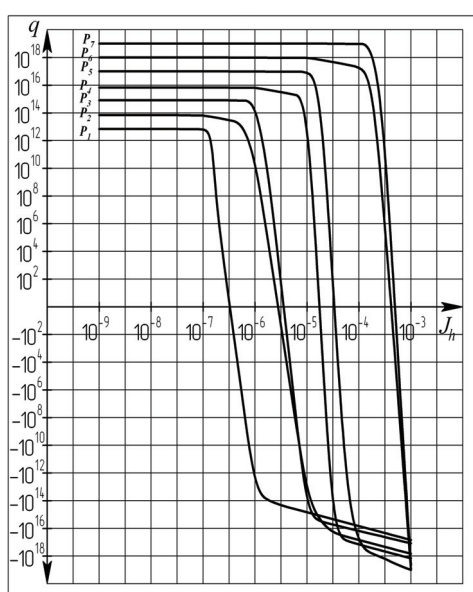


Рис. 3.

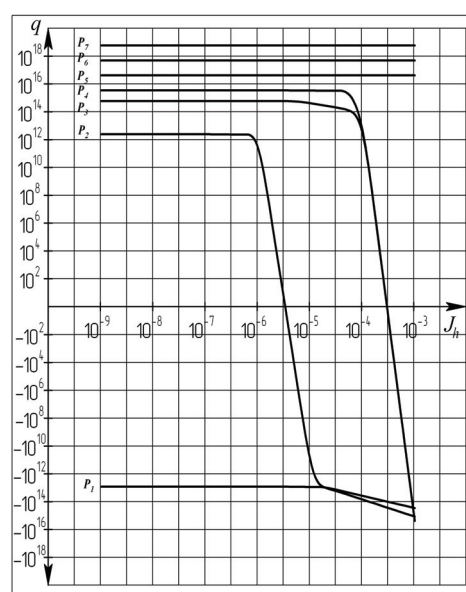


Рис. 4.

Аналогичные зависимости газового потока q , выделяемого из опорного узла УБМВ, от интенсивности изнашивания J_h при скорости скольжения во фрикционном контакте $v_{ск} = 10$ м/с, давлениях в вакуумной камере p ($p_1 \div p_7$) и различных температурах, представлены на Рис. 5 ($T = 200$ К) и Рис. 6 ($T = 600$ К).

Полученные зависимости показывают, что при небольших скоростях скольжения во фрикционном контакте до 10 м/с и давлениях выше 10^{-3} Па интенсивность изнашивания практически не влияет на газовый поток.

При температурах выше 400К интенсивность изнашивания также не оказывает существенного влияния на газовый поток при давлениях ниже 10^{-6} Па.

Влияние интенсивности изнашивания носит пороговый характер, при достижении определённой величины, газовый поток начинает быстро уменьшаться по величине и становится равным нулю (газовое равновесие), а затем быстро растёт, но уже с другим знаком (тело начинает газить) и достигает величины примерно того же порядка. Минимальное пороговое значение интенсивности изнашивания $J_h = 10^{-8}$ было получено при скорости скольжения во фрикционном контакте $v_{ск} = 10$ м/с, температуре $T = 200$ К и давлении $p = 10^{-8}$ Па в вакуумной камере.

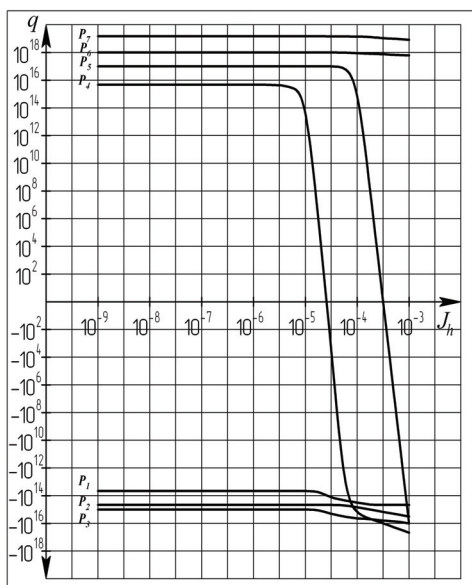


Рис. 5.

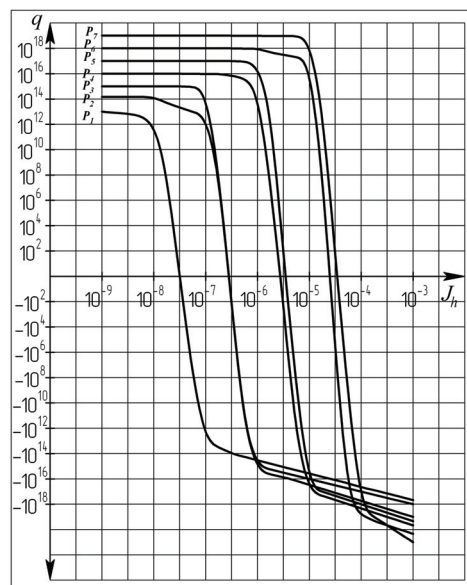


Рис. 6.

Количественная оценка газовыделения из опорных узлов УБМВ в вакууме позволяет оценить остаточное давление вблизи зоны трения. Оценка проведена с учетом процесса диффузии газов при необходимом быстродействии устройства. При различной интенсивности изнашивания может наблюдаться явление, как поглощения молекул остаточных газов, так и их выделение. Аналогичные явления наблюдаются при различных скоростях скольжения, температурах и давлениях в камере вакуумного оборудования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Свидетельство РФ № 2011613698 о государственной регистрации программы для ЭВМ. Расчёт газовыделения из внутрикамерных устройств с магнитным взаимодействием вакуумного технологического оборудования / *Ивашов Е.Н., Кузнецов П.С., Степанчиков С.В.* Зарегистрировано в Реестре 12.05.2011.