



**Соколов Антон Николаевич,
Розанов Л.Н., Щедринский М.З., Бебяков В.М.,
Воробьев М.Г., Синькова В.А., Сухарев К.Н.**

Исследование парциальных давлений газов в вакуумном объеме с применением многофункционального высоковакуумного откачного агрегата

Цель работы

В ходе исследования необходимо было определить:

- режим работы многофункционального высоковакуумного агрегата (МВА), при котором работа высоковакуумных насосов внутри вакуумного объема (откачной трубы) МВА обеспечит минимальное давление без дополнительного прогрева;
- парциальные давления основных газов внутри вакуумного объема МВА при совместной работе различных высоковакуумных насосов.

Актуальность

Известно, что газовые нагрузки, создаваемые наземным технологическим вакуумным оборудованием, являются одной из критичных составляющих наземных испытаний бортовой оптико-электронной аппаратуры. В ходе проведения наземных испытаний бортовой аппаратуры космического применения возникает необходимость в создании таких условий эксплуатации, при которых технологические откачные устройства не оказывают влияния на результаты проводимых испытаний и параметры бортовой аппаратуры.

Результаты

Результаты исследований основных парциальных давлений газов внутри вакуумного объема МВА представим в виде таблицы 1. Среди основных масс можно выделить следующие максимальные пики: 1, 18, 28, 42, 44, 55 а.е.м.

Таблица 1. Максимальные пики масс газов при различных видах откачки.

Масса, а.е.м.	Парциальное давление, торр						
	Т	К	М	Т&М	М&К	Т&К	Т&М&К
1	$1,1 \cdot 10^{-7}$	$7,5 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-7}$	$3,7 \cdot 10^{-8}$	$7,2 \cdot 10^{-8}$	$1,05 \cdot 10^{-8}$	$2,5 \cdot 10^{-8}$
18	$9,5 \cdot 10^{-8}$	$5,0 \cdot 10^{-9}$	$6,0 \cdot 10^{-9}$	$7 \cdot 10^{-9}$	$1,8 \cdot 10^{-9}$	$4,2 \cdot 10^{-9}$	$3,5 \cdot 10^{-9}$
28	$1,5 \cdot 10^{-8}$	$1,5 \cdot 10^{-8}$	$3,2 \cdot 10^{-8}$	$9 \cdot 10^{-9}$	$1,0 \cdot 10^{-8}$	$2,2 \cdot 10^{-9}$	$4,2 \cdot 10^{-9}$
40	$1,5 \cdot 10^{-9}$	$5,0 \cdot 10^{-10}$	$2,5 \cdot 10^{-9}$	$1,0 \cdot 10^{-9}$	$1,0 \cdot 10^{-9}$	$5,0 \cdot 10^{-10}$	$5,0 \cdot 10^{-10}$
42	$1,1 \cdot 10^{-8}$	$5,0 \cdot 10^{-9}$	$8,0 \cdot 10^{-9}$	$3,0 \cdot 10^{-9}$	$2,0 \cdot 10^{-9}$	$1,0 \cdot 10^{-9}$	$1,0 \cdot 10^{-9}$
44	$4,0 \cdot 10^{-9}$	$3,0 \cdot 10^{-9}$	$3,0 \cdot 10^{-9}$	$1,3 \cdot 10^{-9}$	$1,0 \cdot 10^{-9}$	$5,1 \cdot 10^{-10}$	$5,1 \cdot 10^{-10}$
55	$5,0 \cdot 10^{-9}$	$3,0 \cdot 10^{-9}$	$4,0 \cdot 10^{-9}$	$1,5 \cdot 10^{-9}$	$1,0 \cdot 10^{-9}$	$5,0 \cdot 10^{-10}$	$5,0 \cdot 10^{-10}$

Примечание: Буквами обозначены: Т – откачка турбомолекулярным насосом, К – откачка криоадсорбционным насосом, М – откачка магниторазрядным насосом, & - совместная откачка.

Результаты проведенных экспериментов показали:

1. Давление внутри откачной трубы МВА при высоком вакууме независимо от типа работающего насоса определяется парциальным давлением ионов водорода, которые вносят при откачке основной вклад.

2. При откачке турбомолекулярным насосом на общее давление внутри вакуумного объема агрегата наибольшее влияние оказывают парциальные давления иона водорода (1 а.е.м.) и паров воды (18 а.е.м.). Как видно из графиков, пары воды эффективно откачивает криоадсорбционный насос.

3. Турбомолекулярный и криоадсорбционный насосы совместно обеспечили минимальное давление внутри откачной трубы агрегата $1,1 \cdot 10^{-8}$ Торр (рис.1), хотя перед началом исследований предполагалось, что совместная работа трех высоковакуумных насосов обеспечит наилучший вакуум.

Таким образом, при наземных испытаниях бортовой оптико-электронной аппаратуры наиболее эффективно обеспечивать высокий вакуум внутри криовакуумных систем, совместно используя турбомолекулярный и криоадсорбционный насосы с периодической работой магниторазрядного насоса.