

ВАКУУМНЫЙ НАСОС

Авторы: В. П. Борисов

ВАКУУМНЫЙ НАСОС, устройство, предназначенное для удаления (откачки) газов и паров из замкнутого объёма с целью получения вакуума. По принципу действия В. н. делятся на механические, струйные, сорбционные и криогенные. В зависимости от диапазона давлений, обеспечиваемого В. н., различают низковакуумные (давление от 10^5 до 10^2 Па), средневакуумные (от 10^2 до 10^{-1} Па), высоковакуумные (от 10^{-1} до 10^{-6} Па) и сверхвысоковакуумные (менее 10^{-6} Па) насосы.

Осн. эксплуатац. параметры В. н.: предельное давление (остаточное давление или предельный вакуум), которое может быть обеспечено насосом; быстрота откачки – объём газа, откачиваемый при давлении в единицу времени; допустимое (наибольшее) выпускное давление на выходе насоса, дальнейшее повышение которого нарушает нормальную работу, а также состав остаточной атмосферы.

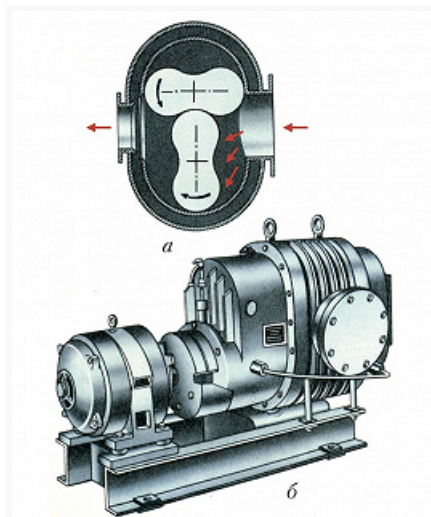


Рис. 1. Схема (а) и общий вид (б) двухроторного вакуумного насоса.

Механические В. н., в свою очередь, делятся на вращательные, двухроторные и турбомолекулярные. Среди вращательных В. н. наибольшее распространение получил пластинчато-роторный насос с масляным уплотнением. Всасывание и выталкивание газа в таком В. н. осуществляются при изменении объёмов ячеек, образованных эксцентрично расположенным ротором, в прорезях которого помещены подвижные пластины. Уплотнение зазоров между деталями В. н., а также частичное их охлаждение обеспечиваются вакуумным маслом. Для откачки парогазовых смесей с большим содержанием паров воды в пластинчато-роторном В. н. используется газобалластное устройство, которое позволяет предотвращать конденсацию паров воды за счёт заполнения камеры насоса определённым объёмом воздуха (балластным газом). Вращательные В. н. обеспечивают получение вакуума до 10^{-10} Па и применяются гл. обр. как форвакуумные (для создания предварит. разрежения); быстрота откачки до 750 л/с. Двухроторный В. н. (рис. 1) состоит из двух фигурных роторов, которые при вращении создают в камере насоса направленное движение газа. Такие В. н. обладают достаточно большой быстротой откачки (до $15 \text{ м}^3/\text{с}$) и часто применяются как промежуточные (вспомогательные, или бустерные) между форвакуумными и высоковакуумными насосами. В турбомолекулярном В. н. создаётся преимущ. движение молекул газа в направлении его откачки при вращении ротора, состоящего из системы дисков (рис. 2). Использование таких В. н. позволяет получать предельное разрежение до

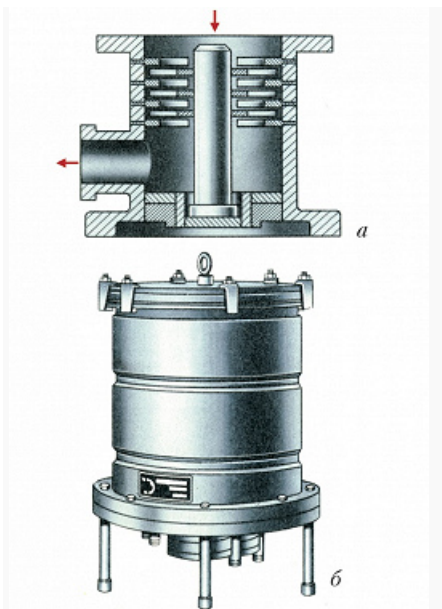


Рис. 2. Схема (а) и общий вид (б) турбомолекулярного вакуумного насоса.

10^{-7} Па при практически безмасляной остаточной атмосфере.

Пароструйные В. н. разделяются на диффузионные (высоковакуумные) и бустерные; действие основано на захвате частиц откачиваемого газа струёй пара. В таких насосах пар образуется в результате нагрева рабочей жидкости (обычно вакуумного масла) в кипятильнике, который расположен в нижней части В. н. Диффузионные В. н. предназначены для получения остаточного давления до 10^{-5} Па и ниже при быстроте откачки до нескольких сотен $\text{м}^3/\text{с}$. Бустерные насосы эффективны в диапазоне давлений $10\text{--}10^{-1}$ Па, что обусловлено высокой мощностью подогревателей, а также использованием летучих масел.

В сорбционных В. н. используется способность некоторых веществ (напр., Ti, Mo) поглощать газ. Внутр. поверхность камеры таких насосов покрывают либо плёнкой химически активного металла (getterный В. н.), либо слоем пористого вещества (адсорбционный В. н.). Для удаления инертных газов, которые практически не поглощаются плёнками металлов, применяют в осн. ионно-getterные насосы. Наибольшее распространение получили магниторазрядные насосы (рис. 3), в которых сорбционный способ поглощения химически активных газов сочетается с ионным способом откачки инертных газов и углеводорода (их ионизацией сильным электр. разрядом и удалением ионизированных молекул магнитным полем). В таком В. н. анод представляет собой набор ячеек, на которых осаждается *геттер* (обычно Ti), распыляемый с катодов. В магниторазрядном В. н. газовый разряд в диапазоне рабочих давлений $10^{-1}\text{--}10^{-8}$ Па поддерживается магнитным полем с напряжённостью порядка $10^4\text{--}10^5$ А/м. В сорбционных В. н. быстрота откачки зависит от того, какой газ откачивается. Напр., быстрота откачки водорода 5000 л/с, азота – 2000 л/с, аргона – 50 л/с.

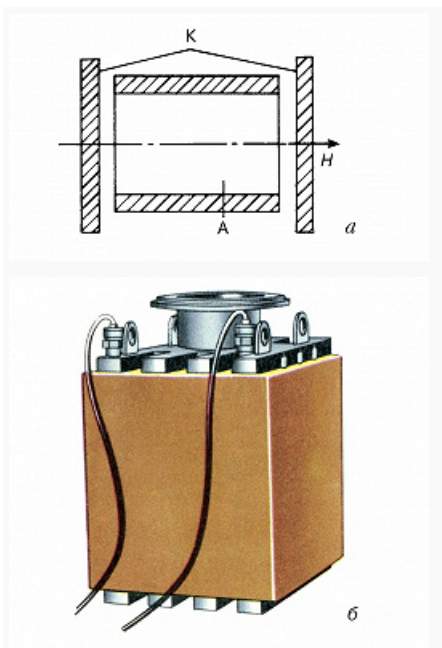


Рис. 3. Схема разрядной ячейки (а) и общий вид (б) магниторазрядного вакуумного насоса: А – анод; К – катод; Н – напряжённость магнитного поля.

Действие криогенных В. н. основано на поглощении газа поверхностью, охлаждённой до низкой (ниже 120 К) темп-ры. Различают криогенные (конденсационные) В. н. заливного типа и с автономным холодильным устройством. В. н. заливного типа содержит ёмкость, заполненную хладагентом (обычно водородом), и защитную ёмкость, заполненную жидким азотом (т. н. азотный экран), на поверхности которых

конденсируются молекулы откачиваемого газа. В. н. с автономным холодильным устройством (рис. 4) содержит газовую холодильную машину (обычно с температурными уровнями от 70 до 100 К). Для получения сверхвысокого вакуума применяются криосорбционные В. н., которые представляют собой криогенные насосы с тонкой плёнкой сорбента на внутр. поверхности камеры.

Для создания вакуума в разл. технологич. установках и электровакуумных приборах В. н. обычно используют в

составе вакуумных агрегатов, конструктивно объединяющих в единое целое В. н., вакуумные клапаны, ловушки, реле, трубопроводы и др. устройства.

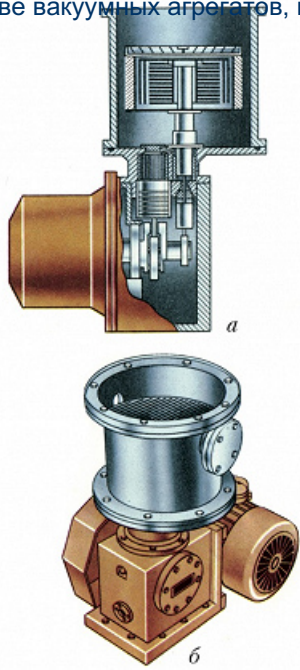


Рис. 4. Схема (а) и общий вид (б) криогенного вакуумного насоса с автономным холодильным устройством.

Первый (механич.) насос для получения вакуума создал ок. 1650 О. фон [Герике](#), применивший его в своих опытах (в т. ч. с «магдебургскими полушариями») для доказательства существования атмосферного давления. Изготовление ламп накаливания в кон. 1870-х гг. обусловило дальнейшее развитие вакуумной техники и совершенствование В. н. В 1905 нем. учёный В. Геде впервые применил вращательный ртутный насос, в 1913 создал первый молекулярный насос, в 1915 опубликовал отчёт о диффузионном насосе. Конденсационный парортутный насос изобретён И. [Ленгмюром](#) в 1916; первый турбомолекулярный насос создан нем. учёным В. Беккером в 1957.

Литература

Лит.: Основы вакуумной техники. 2-е изд. М., 1981.