**Насосы для создания вакуума от Agilent Technologies**

Прогресс не стоит на месте. Так, с развитием технологий, ни одно производство не в состоянии обойтись без насосов различного назначения. В частности, насосы для изменения давления. Производством именно таких насосов занимается американская компания Agilent Technologies, основанная в 1939 году. Так же компания специализируется на производстве такого оборудования, как измерительное оборудование, оборудование для химического анализа и электронно-медицинское оборудование.

Основными продуктовыми линейками Agilent являются:

* Измерительные и тестировочные приборы (логические анализаторы, электронные САПРы и внутрисхемные анализаторы, осциллографы и т.д.
* Продукты для химического и биохимического анализа (ДНК-микрочипы, атомные и молекулярные спектрометры, масс-спектрометры, газовые и жидкостные хромографы и т.д.).
* Продукты для иммуногистохимических исследований, для геномики и диагностики.

В данной статье пойдет речь об вакуумных насосах. Давайте рассмотрим линейку моделей, предлагаемых нам Agilent Technologies.

**1. Вакуумные насосы**

Вакуумные насосы служат для откачки пара или газа для создания определенного уровня технического вакуума. Их можно разделить на: пластинчато-роторные, турбомолекулярные и спиральные насосы. Далее рассмотрим каждый вид отдельно.

1.1 Пластинчато-роторные насосы Agilent Technologies

Пластинчато-роторные насосы Agilent являются форвакуумными. Они, в свою очередь, подразделяются на модели MS, DS и HS. Рассмотрим каждую модель отдельно.

1.1.1 Модели DS

\* Данные модели имеют двухкамерную конструкцию, которая дает возможность обеспечить стабильное откачивание до 0,001 Торр при невысокой рабочей температуре самого насоса и наименее возможном для этого типа насосов обратном потоке паров масел. В насос встроен обратный клапан, благодаря которому масло не попадает в рабочую камеру при простое насоса.

\* Встроенный зубчатый насос обеспечивает принудительную циркуляцию масла. Он гарантирует надежное и эффективное смазывание пластинчато-роторного насоса на всем диапазоне давлений.

\* Клапаном газового балласта обеспечивается подача воздуха во 2-ю ступень насоса. Это приводит к очищению масла от водяных паров и прочих конденсирующихся газов.

\* Между откачной камерой насоса и двигателем встроен охлаждающий вентилятор. Это позволяет снизить температуру масла и корпуса насоса, в результате чего снижается парциальное давление и уменьшается обратный поток паров масла. Следовательно, вакуумная система не загрязняется.

\* При помощи направляющих штанг модули насоса собираются и центрируются.

\* На торце вакуумного насоса расположено окно для контроля уровня масла и его состояния.

1.1.2 Модели HS

\* Насосы моделей HS 652 и HS 452 используют новейшую технологию инвертора частоты, благодаря которой обеспечиваются оптимальные согласованные параметры для любых значений частоты и напряжения.

\* При небольшом потреблении мощности микропроцессорный контроллер инвертора частоты в комбинации с трехфазным мотором считается эффективным приводным механизмом, что может обеспечить высокий изначальный крутящий момент, который необходим для работы масляного насоса.

**Техническая спецификация пластинчато-роторных насосов модели DS и HS**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | DS 42 | DS 102 | DS 202 | DS 302 | DS 402 | DS 602 | HS 452 | HS 652 |
| Откачка атмосферного воздуха, л/мин | 38 | 95 | 160 | 237 | 342 | 504 | 456 | 672 |
| Остаточное давление, без газобалласта мбар | 4 x 10-3 | 2 x 10-3 | | | | | | |
| Остаточное давление с газобалластом, мбар | 2 x 10-2 | | | | 1 x 10-2 | | | |
| Допустимый предел давления паров воды, мбар | 15 | | | 20 | 30 | | | |
| Допустимый объем паров воды, г/час | 60 | | 100 | 160 | 350 | 550 | 350 | 550 |
| Объем масла мин/макс, л | 0,6 | 0,2/0,5 | 0,2/0,6 | | 0,5/1 | | | |
| Мощность электродвигателя, кВт | 0,4 | 0,45 | 0,45 | 0,45 | 0,75 | 0,75 | 0,78 | 0,78 |
| Форвакуумный фланец | KF 16 | KF 25 | | | | | | |
| Выхлопной фланец | KF 16 | KF 25 | | | | | | |
| Вес, кг | 11 | 22 | 25 | | 35 | | 33 | |

1.1.3 Модели МS

\* Однокамерные высокопроизводительные насосы серии МS производителя от 70 до 630 куб. м/час.

\* Насосы серии МS отличаются компактными размерами, надежностью и легкостью установки и монтажа.

\* Имеют воздушное охлаждение. В корпус встроены воздушные каналы. Интегрированный теплообменник, отводящий ненужное тепло.

\* Уменьшенное время для цикла откачки. Высокая скорость откачивания при низком давлении.

\* Прекрасное уплотнение и смазка всех критических зон насоса обеспечивается высокоэффективной системой циркуляции. Низкий уровень шума и вибрации.

\* Приспособлен для работы в тяжелых условиях. Имеет чугунный корпус и статор, ротор из стали. Пластины изготовлены из углеродного волокна.

\* Есть витоновые уплотнители. При отключении интегрированный изоляционный клапан на входе ликвидирует потерю вакуума и попадание масла из насоса.

\* Более высокая экологичность. Благодаря системе подавления масляного тумана уменьшается загрязнение от выхлопов насоса на всем спектре рабочих давлений.

**Техническая спецификация пластинчато-роторных насосов модели MS**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | MS 40 | MS 101 | MS 301 | MS 631 |
| Откачка атмосферного воздуха, л/мин | 828 | 1583 | 4167 | 9835 |
| Остаточное давление, без газобалласта мбар | 5 x 10-2 | 85 x 10-2 | | |
| Остаточное давление с газобалластом, мбар | 1 x 10-2 | 0,5 | 0,7 | |
| Допустимый предел давления паров воды, мбар | 30 | 30/40 | | |
| Допустимый объем паров воды, г/час | 550 | 5000 | 5000 | 20000 |
| Объем масла мин/макс, л | 1 | 3 | 7 | 22 |
| Мощность электродвигателя, кВт | 0,75 | 2,2 | 5,5 | 152 |
| Форвакуумный фланец | KF 25 (KF 40) | KF 40 | ISO 63 | ISO 100 |
| Выходной фланец | KF 25 | 1/4" | 2" | 4" |
| Вес, кг | 33 | 89 | 190 | 575 |

1.2 Спиральные насосы Agilent Technologies

Спиральные насосы применяются для достижения «сухого» вакуума, в котором отсутствуют следы масла. Такие насосы не содержат масла и применяются в различных областях науки и производственных технологий. Они высокопроизводительные и компактные. Малый вес (всего 9,5 кг) и малогабаритность позволяют легко интегрировать насос в вакуумную систему оборудования ОЕМ.

Помимо компактных насосов компанией была разработана серия TriScroll. Это двухступенчатые безмасляные спиральные насосы. Они имеют низкое базовое давление и высокую скорость откачки. Рабочая камера насоса, созданная по технологии TriScroll, отличается износостойкостью и надежностью. Ее рабочие характеристики постоянны, а эксплуатационные затраты крайне низки.

Есть три серии спиральных насосов: IDP, HS и PTS.

Насосы серии IDP быстро работают и не нуждаются в смазке. За счет своих малых габаритов могут применяться в других вакуумных системах. Так же обладают такими преимуществами, как:

1. Низкий уровень шума и вибрации.
2. Подшипники и двигатель целиком изолированы от рабочей камеры насоса.
3. Есть изоляционный клапан и встроенные виброизолирующие опоры.
4. Быстрое проведение технического обслуживания.
5. Возможность блокировать подвижные детали при транспортировке.

Насосы серии HS так же применяются в различных областях. Например: в криогенной технике, электронных телескопах, манипуляционных производственных камерах и пр. рассмотрим преимущества данной серии:

1. Высокая устойчивость при работе с газовоздушными смесями и конденсационными газами благодаря газобаллонному клапану.
2. Простое тех. обслуживание и большой рабочий ресурс.
3. Компактные размеры.
4. Вакуумная система защищена от аварийных сбоев изоляционным клапаном.
5. Однокамерный насос позволяет быстро заменять уплотнение.
6. Есть встроенные часы.

Насосы серии PTS являются двухступенчатыми. Имеют компактные размеры. Установка системы продувки подшипников позволяет работать в агрессивной среде или при высокой влажности. Наличие автоматического газового балласта увеличивает устойчивость откачных характеристик во время работы с конденсируемым или влажным газом. Порт продувки подшипников позволяет увеличить устойчивость во время работы с конденсируемыми газами. Так же имеют низкое остаточное давление и высокую скорость откачки.

**Технические характеристики спиральных насосов**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | IDP-2 | IDP-3 | SH-110 | IDP-15 | PTS-300 | PTS-600 | PTS-300INV | PTS-600INV |
| Скорость откачки, л/мин | 30 | 50 | 90 | 214 | 210 | 420 | 150-250 | 300-500 |
| Предельное давление, мбар | 1 | 3,3 x 10-1 | 6,6 x 10-2 | 1,3 x 10-2 | 1,3 x 10-2 | 9,3 x 10-3 | 1,3 x 10-2 | 9,3 x 10-3 |
| Mакс. входное давление, атм | 1 | | | | | | | |
| Макс. выходное давление, атм | 1,4 | | 1,5 | 1,1 | | | | |
| Форвакуумный фланец | KF 16 | | KF 25 | | | KF 40 | KF 25 | KF 40 |
| Мощность, кВт | 0,12 | | 0,19 | 0,56 | | 0,76 | 0,5 | 0,5 |
| Охлаждение | Воздушное | | | | | | | |
| Уровень вибрации, дБ | 55 | | 56 | 50 | 68 | | 55-68 | |
| Вес, кг | 9,5 | | 19 | 34 | 26,4 | 32 | 26 | 31 |
| Время до первого сервисного обслуживания, ч | 12 000 - 16 000 | | | | | | | |
| газовый балласт | опция | да | да | опция | да | да | опция | опция |
| изоляционный клапан | опция | опция | да | опция | опция | опция | опция | опция |

1.3 Турбомолекулярные насосы Agilent Technologies

Данные насосы обеспечивают удовлетворение широкого спектра требований. Они обеспечивают получение высокого вакуума, производительность, а так же чистоту откачиваемого объема.

Можно выделить две серии турбомолекулярных насосов от Agilent Technologies. Это Turbo-V и TWISTORR.

Насосы TWISTORR

Насосы TWISTORR (в своем классе производительности) обладают наилучшим соотношением скорость откачки (степень сжатия)/габариты. Это было достигнуто путем усовершенствования конструкции системы молекулярной откачки.

Гибкая подвеска ротора обеспечивает низкий уровень вибрации и шума менее  50 dB, увеличивает устойчивость подшипников и ротора при повышенной нагрузке.

**Техническая спецификация турбомолекулярных насосов Turbo-V TwisTorr**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | TwisTorr 84 FS | TwisTorr 304 FS | TwisTorr 750 | TwisTorr 850 | TwisTorr 2300 |
| Скорость откачки | | | | | |
| по Азоту,(N2), л/сек | 67 | 250 | 700 | 750 | 2050 |
| по Аргону (Ar), л/сек | 60 | 250 | 680 | 700 | N/A |
| по Гелию (He), л/сек | 69 | 255 | 680 | 690 | 1800 |
| по Водороду (H2), л/сек | 59 | 220 | 580 | 590 | 1500 |
| Степень сжатия | | | | | |
| по Азоту (N2) | >1 x 1011 | 1 x 1011 | 1 x 1011 | 1 x 1011 | >8 x 108 |
| по Аргону (Ar) | >1 x 1011 | >1 x 1011 | 1 x 1011 | 1 x 1011 | N/A |
| по Гелию (He) | >1,3 x 107 | 1 x 108 | 2 x 108 | 2 x 108 | 8 x 105 |
| по Водороду (H2) | 1,8 x 105 | 1,5 x 106 | 2,5 x 106 | 2,5 x 106 | 4 x 104 |
| Предельное давление, мбар, | <4 x 10-10 | <1 x 10-10 | <1 x 10-10 | <1 x 10-10 | 1 x 10-10 |
| Максимальное форвакуумное давление, мбар | 14 | 10 | 6 | 6 | 4 |
| Высоковакуумный фланец | ISO63 / CFF63 / KF40 / CFF40 | ISO100 / CFF100 / ISO160 / CFF160 | ISO160K / CFF160 / ISO160F | ISO200K / CFF200 / ISO200F | ISO250F / CFF250 |
| Форвакуумный фланец | KF16 | KF16 (опиция KF25) | KF25 | KF25 / KF40 | KF40 |
| Скорость вращения ротора, об/мин | 81 000 | 60 000 | Выбираемая от 21 000 до 49 500 | Выбираемая от 21 000 до 49 500 | 33 300 |
| Время запуска, мин | < 2 | < 3 | < 3 | < 3 | < 6 |
| Рекомендованный форвакуумный насос | | | | | |
| Пластинчато-роторный насос | DS 42 / DS 102 | DS 102 | DS 302 | DS 302 | DS 402 / DS 602 |
| Сухой спиральный насос | IDP 3 / SH 110 | IDP 3 / SH 110 | PTS 300 | PTS 300 | PTS 600 |
| Положение насоса | Любое | | | | |
| Охлаждение | водяное / воздушное | | | | |
| Вес, кг | 2,05 | 5,5 | 15,9 | 16,1 | 54,2 |
| Смазка подшипников | сухая консистентная | | | | |

**Техническая спецификация контроллеров турбомолекулярных насосов TwisTorr**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | T-V 84FS Navigator / T-V 84FS Rack | T-V 304FS Navigator / T-V 304FS-AG Rack | T-V 750 Navigator / T-V 750-AG Rack | T-V 850 Navigator / T-V 850-AG Rack | T-V 2300-AG Rack |
| Тип | Встроенный / Отдельный | Встроенный / Отдельный | Встроенный / Отдельный | Встроенный / Отдельный | Отдельный |
| Входное напряжение | 24 В / 100-240 В | 24 В / 100-240 В | 48 В / 100-240 В | 48 В / 100-240 В | 220-240 В |
| Максимальная входная мощность | 55 / 70 Ватт | 200 / 300 Ватт | 450 / 450 Ватт | 450 / 450 Ватт | 1300 Ватт |
| Интерфейс | RS 232 / RS 485 | RS 232 / RS 485 | RS 232 / RS 485 | RS 232 / RS 485 | RS 232 / RS 485 |
| Подключение датчики давления | до 1 | до 1 | до 2 | до 2 | N/A |

Насосы Turbo-V

Насосы серии Turbo-V были специально спроектированы для работы в условиях высокой газовой нагрузки. Данные насосы способны работать в любом положении.

Они имеют монолитный ротор, изготовленный из одной заготовки высокотехнологичного алюминиевого сплава. Это позволяет уменьшить вес ротора. Уменьшение веса узлов насоса позволяет уменьшить напряжение в деталях и подшипниках, что увеличивает срок работы.

Шарики подшипников подшипникового узла сделаны из нитрида кремния, что обеспечивает их твердость, температурную стабильность, низкий коэффициент трения, химическую стабильность.

**Техническая спецификация турбомолекулярных насосов Turbo-V**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | T-V 81-M | T-V 81-T | T-V 551 | T-V 701 | T-V 1001 | T-V 1K-G | T-V 2K-G | T-V 3K-G |
| Скорость откачки, л/сек | | | | | | | | |
| по Азоту,(N2) | 77 | 77 | 550 | 690 | 1050 | 1080 | 1600 | 2200 |
| по Гелию,(He) | 65 | 65 | 600 | 620 | 900 | 1150 | N/A | 1900 |
| по Водороду,(H2) | 50 | 50 | 510 | 510 | 920 | 730 | N/A | N/A |
| Степень сжатия | | | | | | | | |
| по Азоту,(N2) | 5 x 108 | 7 x 106 | 1 x 109 | 1 x 109 | 1 x 109 | 5 x 108 | 3 x 105 | 1 x 107 |
| по Гелию,(He) | 8 x 104 | 3 x 103 | 1 x 107 | 1 x 107 | 1 x 107 | 4 x 104 | N/A | 6 x 103 |
| по Водороду,(H2) | 7 x 103 | 3 x 102 | 1 x 106 | 1 x 106 | 1 x 106 | 1,5 x 104 | N/A | N/A |
| Предельное давление, мбар | 5 x 10-10 | 5 x 10-9 | 1 x 10-10 | 1 x 10-10 | 1 x 10-10 | 1 x 10-10 | 1 x 10-8 | 1 x 10-8 |
| Высоковакуумный фланец | KF40 / CFF40 / ISO63 / CFF63 | KF40 / CFF40 / ISO63 / CFF63 | ISO160 / CFF100 / ISO160F / CFF160 | ISO200 / CFF200 / ISO160F | ISO160 / ISO200 / ISO200F / CFF200 / ISO250 / ISO250F | ISO160 / ISO200 | ISO250 F | ISO250 F |
| Форвакуумный фланец | KF 16 | KF 16 | KF 25 | KF 25 | KF 40 | KF 25/KF 40 | KF 40 | KF 40 |
| Время запуска, мин | < 1 | < 1 | < 5 | < 5 | < 4 | < 5 | < 7 | < 6 |
| Скорость вращения ротора, об/мин | 80 000 | 80 000 | 42 000 | 42 000 | 38 000 | 45 660 | 33 000 | 31 800 |
| Рекомендованный форвакуумный насос | | | | | | | | |
| Пластинчато -роторный насос | DS 42 / DS 102 | DS 42 / DS 102 | DS 302 | DS 402 | DS 402 | DS 402 / DS 602 | MS 40 | MS 40 |
| Сухой спиральный насос | IDP 3 / SH 110 | IDP 3 / SH 110 | PTS 300 | PTS 300 | PTS 300 | PTS 300 / PTS 600 | PTS 600 | PTS 600 |
| Положение | Любое | | | | | | | |
| Вес, кг | 2 | 1,82 | 16 | 16 | 19 | 26,8 | 35 | 52 |
| Смазка подшипников | сухая консистентная | | | | | | | |

**Техническая спецификация контроллеров для турбомолекулярных насосов Turbo-V**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | T-V 81-AG Navigator / T-V 81-AG Rack | T-V 551 Navigator / T-V 550 Rack | T-V 701 Navigator / T-V 700HT Rack | T-V 1001 Navigator / T-V 1000HT Rack |
| Тип | Встроенный / Отдельный | | | |
| Входное напряжение | 100 ÷ 240 В ±10% | | | |
| Входная мощность | 80 Ватт | 300 Ватт | 850 Ватт | 700 Ватт |
| Выходная мощность | 50 В / 76 В | 75 В / 75 В | 54 В / 56 В | 54 В / 56 В |
| Интерфейс | RS 232 / RS 485 | | | |
| Вес | 0,3 кг / 1,3 кг | 3 кг / 15,7 кг | 3 кг / 15,7 кг | 3 кг / 15,7 кг |

Контроллеры турбомолекулярных насосов модели T-V 2-KG, T-V 1-KG, T-V 3-KG интегрированы в корпус. Имеют встроенный интефейс RS 232/485