

1. КРИОГЕННЫЕ ВАКУУМНЫЕ НАСОСЫ

В этой главе представлена продукция компании **СТИ Cryogenics** (подразделение компании Brooks Automation Inc., США), мирового лидера в производстве крионасосов, криогенных охладителей и гелиевых компрессоров. В настоящее время крионасосы этой компании занимают 80% мирового рынка (70000 единиц в эксплуатации) благодаря наилучшему соотношению качества, цены, номенклатуры и развитой технической и сервисной поддержке. История компании насчитывает более 40 лет конструкторского и производственного опыта создания крио-рефрижераторов и крионасосов на основе цикла Гиффорда-Мак-Магона.



Крионасосы сегодня широко используются в различных областях промышленности, в том числе полупроводниковой и электронной, в установках нанесения вакуумных покрытий, в производстве тонких пленок, металлургии чистых металлов, в установках термоядерного синтеза, в лабораторных установках и других высокотехнологичных приложениях, везде, где требуется чистый вакуум и высокая быстрота действия.

Крионасосы имеют ряд существенных преимуществ по сравнению с другими средствами получения высокого вакуума, такие как: чистота получаемого вакуума, высокая производительность, высокая эффективность откачки водяных паров, высокое давление включения (150 - 300 Торр x л), относительно невысокая стоимость (по сравнению с насосами аналогичной производительности и чистоты получаемого вакуума).

Принцип действия крионасосов основан на явлениях конденсации и сорбции при низких температурах. На первой ступени насоса при температуре 65 - 70 К конденсируются водяные пары и "тяжелые" газы, на второй, при температуре 12 - 17 К - азот, кислород и аргон. Гелий, водород и неон удерживаются на второй ступени за счет криоадсорбции на активированном угле. Это накопительные насосы и требуют периодической регенерации при заполнении рабочей поверхности конденсатом.

Крионасосы СТИ Cryogenics обладают уникальной особенностью. Все заказчики, которые однажды приобрели эти насосы, в дальнейшем не меняют их на альтернативные, даже, если те продаются по более низкой цене. Все это - благодаря ряду **важнейших преимуществ**:

- высокая надежность - минимальный срок службы 6 лет (50000 часов работы);
- гарантийный срок - 18 месяцев;
- сервисное обслуживание в любой точке мира 24x7x365 (в странах СНГ его проводит компания "Криосистемы");
- техническая поддержка по всем вопросам, связанными с конкретными приложениями;
- широкий диапазон электропитания оборудования, включая российские стандарты 220В/1ф и 380В/3ф/50 Гц;
- наличие моделей с горизонтальной конфигурацией, водяным и воздушным охлаждением, моделей для сверхвысокого вакуума и моделей On-Board с автоматическим контролем всеми режимами работы, включая регенерацию.

Серия CRYO-TORR®

Криогенные вакуумные насосы серии Cryo-Torr® надежные и выносливые высоковакуумные насосы, которые стояли у истоков и способствовали бурному развитию современной полупроводниковой промышленности в 80-е годы. Сегодня насосы Cryo-Torr® широко применяются в промышленных и лабораторных установках, где качество, надежность и невысокая цена являются основными критериями.

Компания СТИ Cryogenics была первой, кто одновременно предложил версию крионасоса в "плоской" конфигурации для приложений в компактном исполнении и "прямой" - стандартной конфигурации для

традиционных приложений. Насосы серии Cryo-Torr® выпускаются с присоединительным фланцем ISO диаметром от 100 до 500 мм. Они могут также изготавливаться с фланцем ConFlat в конфигурации для сверхвысоковакуумных приложений (UHV).

Компания "Криосистемы" предлагает целый ряд различных конфигураций крионасосов серии Cryo-Torr®, характеристики которых приведены ниже в таблице.



Крионасос Cryo-Torr® 4F (плоская конфигурация)



Крионасос Cryo-Torr® 10 (прямая конфигурация)



Крионасос Cryo-Torr®

Насосы Cryo-Torr

Модель крионасоса		4F	8	8F	250F	10	10F	400
Конфигурация		плоская	прямая	плоская	плоская	прямая	плоская	прямая
Входной фланец		ISO 100	ISO 200	ISO 200	ISO 250	ISO 320	ISO 320	ISO 400
Быстрота откачки								
Вода	л/с	1100	4000	4000	6500	9000	9500	16000
Воздух	л/с	370	1500	1500	2200	3000	3600	6000
Водород	л/с	370	2500	2200	3200	5000	6000	5000
Аргон	л/с	310	1200	1200	1800	2500	3000	5000
Емкость								
Водород	Станд. литр	3	17	8	16	24	24	42
Аргон	Станд. литр	210	1000	1000	1000	2000	2000	2500
Параметр включения	Торр-л	100	150	150	150	300	300	300
Время захлаживания								
	60 Гц	75 мин	90 мин	90 мин	100 мин	100 мин	100 мин	150 мин
	50 Гц	90 мин	110 мин	110 мин	120 мин	120 мин	120 мин	180 мин
Вес крионасоса	кг	17	20	19	22	39	41	73

Выпускаются модели с повышенной емкостью по водороду.

Мы также предлагаем полную палитру периферийного оборудования, которым Вы можете комплектовать или дополнять крионасосы Cryo-Torr®, для контроля процессов форвакуумной откачки и регенерации, включая вакуумные клапаны, нагреватели, соленоидные вентили и пр.

Крионасос Cryo-Torr® 20HP

Крионасос Cryo-Torr® 20HP предназначен для решения вакуумных задач, в которых требуется надежность при очень высокой скорости откачки. Высокопроизводительный крионасос Cryo-Torr® 20HP - идеальное решение для достижения оптимальных характеристик при металлизации, создании оптических покрытий, имитации космоса, создании плоских дисплеев и других технологии, где требуется крионасос большого диаметра, большие скорости откачки, чистота получаемого вакуума и надежность.

Особые характеристики крионасоса Cryo-Torr® 20HP достигаются за счет полностью нового рефрижератора, который обладает значительно более высокой производительностью. Это позволяет крионасосу Cryo-Torr® 20HP справляться с высокими тепловыми и газовыми нагрузками, обеспечивая более надежные вакуумные характеристики Вашего процесса или приложения.



Крионасос Cryo-Torr 20HP

Характеристики и возможности крионасоса Cryo-Torr® 20NP

Характеристики		
Быстрота откачки		
Вода	л/с	31500
Воздух	л/с	10000
Водород	л/с	15000
Аргон	л/с	8400
Емкость		
Водород	Стандартный литр	46
Аргон	Стандартный литр	5700
Параметр включения	Торр-л	300
Время захлаживания		
	60 Гц	140 мин
	50 Гц	150 мин

Физические возможности и требования к оборудованию		
Фланец	20" ANSI (27.5"/699 мм), 520 мм ISO	
Вес	кг	72
Требования к электрической системе		
Номинальное напряжение	200/220, три фазы, 50/60 Гц	
Номинальная мощность	7,5 кВт при 60 Гц 5,7 кВт при 50 Гц	
Рабочий диапазон	200-230 при 60 Гц 190-220 при 50 Гц	
Требования к системе охлаждения		
Расход воды	5-15 л/мин	

Стандартный комплект поставки крионасоса серии Cryo-Torr® включает:

- Крионасос (фланец ISO, ConFlat или ANSI по выбору)
- Гелиевый компрессор
- Две гибкие соединительные линии
- Управляющий кабель
- Датчик температуры (диод или водородный манометр)

Серия ON-BOARD®

Крионасосы серии On-Board® компании СТИ Cryogenics являются родоначальниками нового направления в области получения вакуума, продолжающегося и по сей день - автоматизации и оптимизации всех режимов работы без участия оператора. Крионасосы On-Board® также характеризуются быстрой регенерацией, которая существенно уменьшает простой оборудования между производственными циклами. Они были первыми насосами с усовершенствованным контролем температуры, для улучшения согласованности быстроты откачки и высокой производительности. Встроенная в них электроника, также впервые, дала возможность дистанционного управления и контроля насосов, расположенных в различных точках мира.

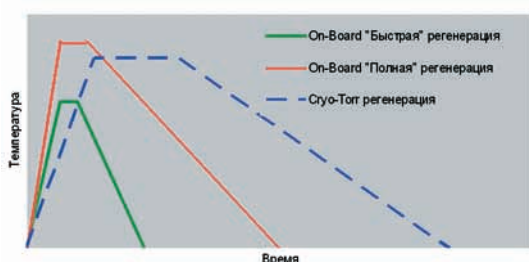
Быстрая регенерация

Несмотря на способность откачки крионасосом огромного количества газа он должен в конечном итоге регенерироваться для удаления сконденсированных газов и восстановления откачных характеристик на необходимом уровне. Процесс регенерации может занимать до 5 часов полезного времени. За счет нагрева криопанелей крионасоса On-Board® и улучшенного контроля системы время полной регенерации сокращается от половины до одной трети времени традиционной регенерации (насосы Cryo-Torr®). Кроме того, функция Fast Regen® позволяет еще больше сократить время регенерации. В этом режиме регенерируется только вторая ступень крионасоса, которая обычно насыщается значительно быстрее первой.



Крионасос серии On-Board®

"быстрой" регенерации



Сравнение различных способов регенерации

Для систем, состоящих из нескольких крионасосов серии On-Board® и соединенных в одну сеть, регенерацию предпочтительно проводить последовательно. При последовательной координированной регенерации нескольких насосов, эффективность их использования будет значительно выше, нежели, при одновременной регенерации сразу всех насосов.

Обеспечение устойчивого уровня вакуума

Каждый крионасос On-Board® обеспечивает устойчивое поддержание уровня вакуума, даже если технологический процесс в камере протекает нестабильно. Для этого введен автоматический контроль температуры первой ступени крионасоса. В процессах напыления, в частности, при отсутствии такого контроля, температура первой ступени может опускаться до 40К. Это приводит к конденсации на ней рабочего газа - аргона, который затем выделяется при более низких давлениях и препятствует откачке других газов, что приводит к повышению давления в камере.

Дистанционный контроль

С целью своевременного сервисного обслуживания и ремонта, в крионасосы On-Board® интегрируют контроллеры с функцией дистанционной передачи данных о работе насоса, таких как давление, температура, напряжение электропитания и др. Эти данные могут передаваться, как на локальный компьютер, так и при подключении через сеть Интернет передаваться и обрабатываться в центре мониторинга. Основываясь на результатах многомесячного мониторинга, сервисный центр может своевременно отследить тенденцию к ухудшению работы крионасоса и уведомить пользователя о необходимости профилактических или сервисных работ до того, как насос потеряет свою работоспособность.



Крионасос серии On-Board®

Насосы серии On-Board®

Модель крионасоса	4F	8	8F	250F	10	10F	400
Конфигурация	плоская	прямая	плоская	плоская	прямая	плоская	прямая
Входной фланец	ISO 100	ISO 200	ISO 200	ISO 250	ISO 320	ISO 320	ISO 400
Полная регенерация (типичное значение)	1,4 ч	2,7 ч	2,7 ч	3,3 ч	2,2 ч	2,2 ч	3,8 ч
Быстрая регенерация (типичное значение)	0,7 ч	1,0 ч	1,0 ч	1,5 ч	1,0 ч	1,0 ч	1,6 ч
Вес крионасоса, кг	21	25	24	26	43	45	77

Остальные характеристики смотрите в таблице насосы Cryo-Torr®

Стандартный комплект поставки крионасоса серии On-Board® включает:

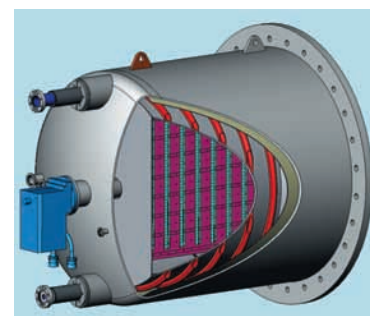
- Крионасос (с модулем быстрой регенерации или сетевым модулем),
- Гелиевый компрессор,
- Две гибкие соединительные линии,
- Управляющие кабели,
- Блок дистанционного управления.

Крионасосы с азотным экраном

Компания **ДунаVac** специализируется в разработке и конструировании крионасосов с азотным экраном.

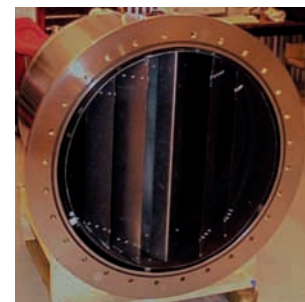
Ниже представлены характеристики крионасосов:

- Скорость откачки: 30 000 л/сек и 57 000 л/сек
- Входной фланец: ANSI 35" и ANSI 48" стандартные размеры - в наличие есть дополнительные размеры.
- Горизонтальное и вертикальное расположение.
- Насос выполнен из нержавеющей стали.
- Оптически непрозрачный экран уменьшает теплоприток из окружающей среды.
- Используется 1200 модель криорефрижератора и 9600 модель компрессора компаний Brooks Automation/CTI Cryogenics.
- Установлены 2 термпарных датчика для измерения температуры на первой ступени; 2 температурных датчика с кремниевым диодом на второй ступени.
- В стандартную комплектацию входят 3-х метровые гибкие шланги между компрессором и крионасосом.



Скорость откачки:

Газ	Скорость откачки (л/сек)	
	ANSI 35"	ANSI48"
Азот	30,000	57,000
Аргон	23,000	45,000
Вода	90,000	180,000
Водород	20,000	30,000



Спецификация:

- Входные фланцы стандарта ANSI/ISO.
- Время захлаживания - 3 часа.
- Потребление жидкого азота: 8 литров в сутки.
- Вес: Ду 35" - 260,8 кг.
Ду 48" - 385,5 кг.
- Расход охлаждающей воды - 11 л/мин.
- Электропитание: 3-х фазное, 380 В, 50 Гц.
- Параметр включения: 2000 торр•литр.

Компрессоры для комплектации крионасосов

Компрессор модели 8200

Компрессор 8200 разработан для обеспечения оптимальной работы крионасосов СТИ Cryogenics серии Cryo-Torr® и On-Board®. Данный компрессор поддерживает все типы крионасосов с диаметром до 200 мм и разработан таким образом, что может быть распложен в удобном для функционирования системы месте. Предлагаются модели с воздушным и водяным охлаждением.

Эксплуатационные характеристики

Размеры	423 x 496 x 498 мм
Максимальная масса	69 кг
Рабочее напряжение	(1-х фазное, 200/230 В, 50/60 Гц, 2,1 кВт)
	При 50 Гц от 180 до 220 В
Расход охлаждающей воды	2-6 л/мин
Возможен вариант подключения к трехфазной сети	
Поддерживаемые модели крионасосов	Cryo-Torr 100, 4, 4F, 8, 8F
	On-Board 4F, 8, 8F



Компрессор модели 9600

Разработанный специально для длительного использования, высоко надежный и простой в применении, компрессор 9600 обеспечивает повышенные характеристики всех крионасосов Cryo-Torr®, On-Board® и насосов On-Board® для откачки водяных паров. Компрессор СТИ-Cryogenics® 9600 способен работать, как с единственным насосом, так и с группой насосов (например, тремя насосами Cryo-Torr® 8 или тремя насосами On-Board® 8). Он сочетается с новыми и уже эксплуатирующимися насосами СТИ-Cryogenics, установленными по всему миру. Компоненты и материалы компрессора 9600 отобраны и протестированы на предмет высокой надежности и долговременного использования. Компрессор 9600 прост в эксплуатации. Адсорбер компрессора не требует частой

замены (рекомендуется менять один раз в три года). Адсорбер находится в легкодоступном месте рядом с боковой панелью компрессора и меняется просто и быстро. Схема защиты обеспечивается рядом простых выключателей, которые расположены на задней панели компрессора и легко доступны. Дистанционный контроль дает возможность управления компрессором независимо от его местоположения.

Эксплуатационные характеристики

Размеры	674 x 496 x 546 мм
Масса	120 кг
Рабочее напряжение	360-506 В, 3-х фазное, 50/60 Гц
Потребляемая мощность	5,5 кВт
Расход охлаждающей воды	11 л/мин



Максимальное количество крионасосов, которые могут быть подключены к одному компрессору:

Кол-во насосов	Модель крионасосов	Компрессор
Один	On-Board 4, On-Board 8, Крионасос Cryo-Torr 8, Насос для водяных паров On-Board/Вакуумный насос TurboPump (350 рефрижератор)	8200
Один	Насос для водяных паров On-Board (1050 рефрижератор)	8200 (только трехфазный)
Один	Крионасосы On-Board 10, On-Board 400, Cryo-Torr 10, Cryo-Torr 400	9600
Два	Крионасосы On-Board 250F, Cryo-Torr 250F	9600
Два	Насос для водяных паров On-Board, вакуумные насосы TurboPlus (350 рефрижератор)	8200 (только трехфазный)
Три	Крионасосы On-Board 4, On-Board 8, Cryo-Torr 8, Насос для водяных паров On-Board(350 или 1050 рефрижератор)	9600

Гарантия на все поставляемое оборудование компании STI Cryogenics составляет **18 месяцев**.

Компания "Криосистемы" осуществляет гарантийное и послегарантийное сервисное обслуживание этих крионасосов, а также поставку адсорберов и запасных частей в РФ и других странах СНГ.

По истечении срока службы крионасоса, Вы сможете **обменять его на новый** по программе обмена, предлагаемой STI Cryogenics.