

## Вакуумные криогенные насосы на базе автономных криорефрижераторов Гиффорда- МакМагона

*А.В. Громов, В.И. Ляпин, Н.В. Нейфельд, В.В. Яловнаров*  
Омск, ООО «НТК «Криогенная техника», ул. 22 Партсъезда, д. 97, корп. 1,  
e-mail: info@cryontk.ru

*В работе представлены вакуумные криогенные насосы на базе автономных криорефрижераторов Гиффорда МакМагона.*

*Vacuum cryogenic pumps based on autonomous Gifford-MacMahon cryorefrigerators. A.V.Gromov, V.I.Lyapin, N.V.Neufeld, V.V. Yalovnarov. The paper describes vacuum cryogenic pumps based on autonomous Gifford-MacMahon cryorefrigerators.*

Разработка и выпуск вакуумных криогенных насосов (НВК) предприятием ведется более тридцати лет. Создан ряд НВК с диаметром входных патрубков от 160 мм до 900 мм, обеспечивающих получение чистого свободного от органических загрязнений вакуума до  $1 \cdot 10^{-8}$  Па. НВК комплектуются автономными, замкнутыми по рабочему газу микрокриогенными системами на базе одно и двух ступенчатых криорефрижераторов Гиффорда - МакМагона в различных сочетаниях и двумя типами компрессорных установок (КУ) на базе ротационного и спирального компрессоров с производительностью  $36 \text{ нм}^3/\text{ч}$ ,  $45 \text{ нм}^3/\text{ч}$  и  $60 \text{ нм}^3/\text{ч}$  собственной разработки.

Все НВК оснащаются микропроцессорными системами управления, позволяющими осуществлять контроль рабочих параметров и управлять режимами работы, выполнять диагностику составных частей крионасоса и интегрируются в комплексные высоковакуумные системы.

Система управления обеспечивает возможность работы от одной компрессорной установки до 3-х блоков криооткачки.

Контроль температуры криостатирования криопанелей осуществляется малогабаритным цифровым измерителем температуры с использованием миниатюрного платинового датчика ( $R_0=100 \text{ Ом}$ ).

По составу откачиваемых газов НВК можно разделить на: универсальные (с конденсационными и адсорбционными криопанелями), предназначенные для откачки всех компонентов воздуха, включая водород и гелий (Ду160, 200, 250, 320, 400, 630мм), и конденсационные, имеющие повышенную производительность ( $Q > 1 \text{ м}^3/\text{Па}/\text{с}$ ) по газам, конденсирующимся в молекулярном режиме течения при температуре выше 40К, таким как ксенон, криптон и др. (Ду630, 900мм).

Использование конденсационных и попеременно работающих, установленных через шибер универсальных НВК позволяет довести время работы вакуумной системы до 1000 и более часов без ее разгерметизации.

В настоящее время в эксплуатации находятся сотни НВК различных моделей. Наиболее широкое применение крионасосы получили в различных технологических и испытательных комплексах: от установок ионно-плазменного напыления до ускорительных комплексов и имитационных камер с объемом в сотни кубических метров.

Учитывая многолетний опыт разработки и эксплуатации крионасосов можно сделать выводы:

1) Крионасосы позволяют осуществлять полную автоматизацию системы откачки и регулирование по всем параметрам.

2) По сравнению с другими вакуумными насосами, крионасосы при тех же диаметрах присоединительных фланцев имеют большие значения скорости действия и позволяют достигать требуемое остаточное давление за меньшее время.

3) С помощью крионасосов создается свободный от углеводородов вакуум, что во многих случаях оказывает решающее влияние на качество продукции.

4) Эксплуатационные расходы крионасосов при той же скорости действия меньше, чем у диффузионных насосов.

5) По надежности в эксплуатации они не уступают диффузионным и турбомолекулярным насосам

По требованиям Заказчика могут быть разработаны и изготовлены модификации крионасосов с другими техническими характеристиками и присоединительными фланцами БКО различных стандартов (ОСТ 11 868.006-76, ISO-K, ISO-CF и другим).

Обеспечиваем проведение монтажных и пуско-наладочных работ, гарантийное и послегарантийное сервисное техническое обслуживание на договорной основе в течение всего срока эксплуатации крионасосов, в том числе капитальный ремонт и модернизацию с заменой основных деталей и узлов (блок управления, электродвигатели КУ и криорефрижератора и др.).

Технические характеристики НВК приведены в таблице.

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ НВК**

Тип НВК	НВК 160-0,8	НВК 200-1,5	НВК 250-3,2	НВК 320-5	НВК 400-6,5	НВК 630-20	НВК 630-7XeK	НВК 900-15XeK
Диаметр условного прохода, мм	160	200	250	320	400	630	630	900
Быстрота действия в диапазоне давлений от $5 \cdot 10^{-4}$ до $1 \cdot 10^{-1}$ Па, л/с								
H <sub>2</sub> O	2600	4600	6500	10500	18000	46000	46000	93000
Ar	670	1300	2200	4200	5400	15000	-	-
Air	800	1500	2600	5000	6500	18000	-	-
Xe	370	700	1200	2300	3050	8000	8000	15000
H <sub>2</sub> (при P < $1 \cdot 10^{-2}$ Па)	1000	2000	3000	5000	6000	14000	-	-
Предельное остаточное давление, Па	1·10 <sup>-8</sup>					1·10 <sup>-7</sup>	1·10 <sup>-2</sup> ÷ 1·10 <sup>-7</sup>	
Емкость откачки, Па·л								
Air	7 · 10 <sup>7</sup>	1 · 10 <sup>8</sup>	2 · 10 <sup>8</sup>	2 · 10 <sup>8</sup>	3 · 10 <sup>8</sup>	· 10 <sup>8</sup>	-	-
H <sub>2</sub>	1,2 · 10 <sup>6</sup>	1,2 · 10 <sup>6</sup>	2 · 10 <sup>6</sup>	2,5 · 10 <sup>6</sup>	2,5 · 10 <sup>6</sup>	6 · 10 <sup>6</sup>	-	-
Время выхода на рабочий режим, мин	50	55	60	80	90	170	60	90
Давление запуска, Па	5							
Потребляемая мощность от сети ~3Ф. 220/380 В, 50 Гц, кВт	4,0				4 - 4,5		10	15
Длина кабелей и трубопроводов, м	до 30							
Габаритные размеры блока криооткачки, мм								
высота	518	518	518	530	539	769	769	759
длина	416	416	421	461	501	716	713	1091
ширина	317	327	352	420	500	716	713	1091
Габаритные размеры компрессорной установки, мм	524×765×486			615×810×518		2×(615×810×518)		3×(615×810×518)
Масса блока криооткачки, кг	21	24	26	31	39	100		250
Масса компрессорной установки, кг	100			140		2*140		3*140