

Вакуум как технологическая среда абсолютно незаменима в индустрии наносистем и материалов. Подавляющее большинство нанотехнологических процессов протекают в условиях вакуума. Причем обеспечить качество высокотехнологичной продукции, особенно на наноуровне возможно лишь в условиях обеспечения безмасляной среды. Чаще всего для этих целей используются кулачково-зубчатые и двухроторные вакуумные насосы или их комбинации [1, 2], винтовые, спиральные вакуумные насосы. В настоящее время потребность в «сухих» средствах средневакуумной откачки почти полностью покрывается импортным откачным оборудованием. Создание производства спиральных вакуумных насосов (НВСп) в России позволит отказаться или резко сократить импорт откачного оборудования и создаст предпосылки для освоения выпуска других видов вакуумных насосов и агрегатов. Меньшая по сравнению с импортными аналогами цена НВСп позволит снизить затраты потребителей вакуумной техники. Освоение выпуска НВСп существенно повысит престиж России на рынке высокотехнологичного вакуумного оборудования и смежных отраслей. НВСп – самый новый тип безмасляных вакуумных насосов объемного принципа сжатия. Несмотря на то, что сама идея сжатия в спиральных элементах относится к началу XX века, реальное воплощение в коммерческие машины сдерживалось отсутствием экономически выгодного способа изготовления рабочих органов – спиралей. Существовавшие почти до конца XX века технологии не могли обеспечить высокие требования по точности и производительности изготовления спиралей. Поэтому долгие годы развитие спиральных машин шло в направлении теоретических исследований по оптимизации конструкции, уплотнений, подшипниковых узлов, технологичности производства. Только после создания высокопроизводительных и высокоточных станков, обеспечивших эффективность производства спиралей, идея спирального механизма была реализована в коммерческих вакуумных насосах и компрессорах. В середине 80-х годов прошлого века японская фирма «Hitachi», американские фирмы «CopelandCorp» и «Trane» организовали выпуск спиральных компрессоров для систем кондиционирования. В конце 80-х годов фирма «Volkswagen» создала воздушный спиральный компрессор сухого сжатия для наддува автомобильных двигателей внутреннего сгорания. Постепенно расширялась и область применения спиральных компрессоров. Они стали использоваться в холодильной промышленности, для подачи воздуха без паров масла в установках, для работы в составе криогенных установок, для сжатия технологических газов. Только в 90-х годах XX века японская компания Anest Iwata [3], специализирующаяся на разработке и производстве ротационного оборудования, начала выпуск первых в мире безмасляных спиральных вакуумных насосов. С тех пор НВСп находят все более широкое применение для решения самых разнообразных задач, включая системы напыления, системы для нанесения оптических покрытий, гелиевые течеискатели, ионную обработку,

электронно-лучевые процессы, вакуумные печи, лабораторные исследования и многое другое. В мире НВСП прочно заняли нишу в области средств безмасляной откачки малой и средней производительности (от 4 м³/ч до 50 м³/ч). Вместе с тем, известны и НВСП с быстротой действия до 60 м³/ч [3]. В СССР с конца 80-х годов XX века вопросами создания спиральных компрессоров занимался «ВНИИХолодмаш» (г. Москва), где были созданы и испытаны несколько опытных образцов холодильных спиральных компрессоров. Примерно в то же время в Санкт-Петербурге под руководством И. А. Сакуна проводились теоретические исследования геометрии и рабочих процессов спирального компрессора. В начале 90-х годов XX века к работам по созданию отечественного спирального компрессора подключилось ЗАО «НИИтурбокомпрессор им. В. Б. Шнеппа» (г. Казань). Были созданы программы для расчета геометрических параметров спиралей, сил и моментов, действующих на спирали. Изготовлены экспериментальные образцы, подтвердившие высокие энергетические показатели. Были проведены научно – исследовательские работы, освоены новые технологии. Для серийного производства компрессоров у фирмы «EX-CELL-O» (Германия) было закуплено специализированное высокоточное и высокопроизводительное оборудование – станки типа XHS. Выпускались мелкие серии спиральных масляных и «сухих» компрессоров. Спиральные вакуумные насосы в России не производились и не производятся. Публикации по теме разработки и исследования НВСП в отечественной научной периодической литературе практически отсутствуют. В настоящее время ряд ведущих мировых производителей вакуумной техники выпускают спиральные вакуумные насосы. Технические характеристики выпускаемых ведущими мировыми производителями спиральных вакуумных насосов приведены в таблице 1 [3-7]. В результате реализации данного проекта должен быть создан типоразмерный ряд вакуумных спиральных насосов (НВСП) в составе: - насос вакуумный спиральный НВСП-4; - насос вакуумный спиральный НВСП-12; - насос вакуумный спиральный НВСП-35 и организовано высокотехнологичное серийное производство безмасляных спиральных вакуумных насосов. Данный ряд насосов способен обеспечить потребности всех видов вакуумного технологического оборудования, в которых необходим «чистый» вакуум. Очень важно, что разрабатываемые НВСП будут также использоваться в качестве форвакуумных насосов в агрегатах с двухроторными вакуумными насосами типа Рутс, в том числе, выпускаемых ОАО «Вакууммаш» агрегатах АВД-50/5, АВД-50/16, АВД-150/25. Известно, что за счет наличия в роторном механизме ДВН гарантированных зазоров, в их в рабочем объеме отсутствует масло. Однако в настоящее время в качестве форвакуумных насосов для ДВН используются насосы с масляным уплотнением (ВНМУ) типа НВР или НВЗ. В процессе эксплуатации пары масла из ВНМУ попадают в откачиваемый объем и все преимущества ДВН в плане получения «чистого» вакуума теряются.

Агрегатирование ДВН спиральными безмасляными насосами позволит реализовать все преимущества подобных агрегатов, сделав их по настоящему безмасляными. Основные технические характеристики разрабатываемых НВСП представлены в таблице 2. Разрабатываемые НВСП (табл. 2) должны обладать откачными и энергетическими удельными характеристиками на уровне лучших мировых аналогов: быстрота действия на единицу массы насоса должна составить величину не менее 0,4 (м³/ч)/кг. Предельное остаточное давление не более 5 Па. Удельное энергопотребление не более 36 Вт/(м³/ч). В процессе реализации проекта планируется снизить стоимость разрабатываемых насосов по сравнению с зарубежными аналогами благодаря замещению дорогостоящих комплектующих иностранного производства на отечественные, упрощению конструкции насоса и выбору оптимальных соотношений основных размеров роторного механизма (включая использование запатентованного профиля спирали), что позволит снизить металлоемкость разрабатываемых НВСП, и улучшить их удельные характеристики.

Таблица 1 - Технические характеристики НВСП

Фирма изготовитель	Марка насоса	Геометрическая быстрота действия, м ³ /ч	Номинальная быстрота действия, м ³ /ч	Предельное остаточное давление, Па	Мощность электродвигателя, Вт	Уровень шума, дБ	Габаритные размеры (длина x ширина x высота), мм	Масса, кг
Oerlikon	Leybold Vacuum SC-5D	5,4	4,8	5	150	52	308x180x225	14
	SC-15D	15	13	1,6	400	58	400x180x336	25
	SC-30D	30	26	1	600	62	443x328x372	38
	SC-60D	60	52	1	1400	67	467x390x421	60
Edwards	XDS-5	5,7	4,8	7	300	55	427x249x288	23
	XDS-10	11,3	9,3	7	300	55	437x249x288	24,5
	XDS-46i	60	40	5	520	55,4	476x333x397	48
Busch	FO 0009B	- 9	7,5	200	57	400x279x302	25	FO 0018B
	- 18	2,5	370	59	414x314x337	32	FO 0030B	- 30
	1	600	60	405x354x411	38	Anest Iwata	ISP-90	5,4
	4,3	5	150	52	308x214x225	14	ISP-250C	15
	12	1,6	400	58	370x252x336	23	ISP-500	30
	25	1	600	60	372x328x397	38	ISP-1000	60
	49	1	1400	67	467x390x421	60	Varian Vacuum Technologies	SH-110
	- 5,4	6,6	190	56	383x239x257	20	TriScroll	300
	- 12,6	1,3	560	68	437x274x340	34,2	TriScroll	600
	- 25,2	1	760	68	428x300x356	40		

Таблица 2 - Технические характеристики разрабатываемых НВСП

Параметры	Значение для насосов НВСП-4	НВСП-12	НВСП-35
Геометрическая быстрота действия, м ³ /ч (л/с), * 5	(1,5)	15 (4,2)	43 (12,0)
Номинальная быстрота действия, м ³ /ч (л/с), * 4	3 (1,2)	11,9 (3,3)	34,2 (9,5)
Предельное остаточное давление, не более, Па (мм рт.ст.)	5 (0,038)	5 (0,038)	5 (0,038)
Мощность электродвигателя, не более, кВт	0,18	0,37	1,1
Уровень шума при закрытом газобалластном устройстве, не более, дБ	52	60	60
Входной патрубок	NW25	NW25	NW40
Выходной патрубок	NW16	NW16	NW25
Синхронная частота вращения, об/мин	1500	1500	1500
Наличие газобалластного устройства	да	да	да

* - отклонение значений параметров ± 10 %

Предприятие на протяжении последних лет постоянно и успешно занималось совершенствованием конструкций всех видов выпускаемых насосов, а так же принимало активное участие в продвижении новых научных разработок вакуумных насосов. Прошли стадию изготовления насосы

шестерёнчатые, кулачкового типа и др. Технологический потенциал предприятия постоянно совершенствуется, приобретаются современные обрабатывающие центры и производство способно освоить изготовление спиральных насосов.