

Инновационное развитие Российского центра вакуумного машиностроения

Е.Н. Капустин
Казань, АО «Вакууммаш», ул. Тульская, 58
E-mail: kazan@vacma.ru

Статья посвящена инновационному этапу развития АО «Вакууммаш», являющимся ведущим предприятием по разработке и выпуску вакуумной техники. Приведены основные направления разработок новой продукции.

Innovative development of the Russian center of vacuum engineering. E.N. Kapustin. The article is devoted to the innovative stage of development of JSC "Vacuummash", which is the leading enterprise on development and production of vacuum equipment. The main directions of development of new products are given.

В 2018 году Акционерному обществу «Вакууммаш» исполнилось 75 лет. Я уже рассказывал о истории создания и развития нашего предприятия. Рассказывал о стратегии создания современного высокотехнологичного производства. Рассказывал о наших новых разработках и продуктах.

Сегодня я продолжу рассказывать о наших новых проектах.

Несмотря на заслуженный возраст, Вакууммаш сегодня молодое и динамично развивающееся предприятие. Мы создали отличную производственную базу. Мы создали отличный коллектив конструкторов, многие из которых являются выпускниками нашей базовой кафедры «Вакуумная техника электрофизических установок» в Казанском национальном исследовательском технологическом университете. И мы начали разработку нескольких новых продуктов, которые в течение нескольких лет появятся на рынке.

Исторически Вакууммаш производил вакуумные насосы, которые работают с использованием вакуумного масла. Это очень хорошие и надёжные насосы, но сегодня наука и промышленность предъявляют новые требования к вакууму – он должен быть без углеводородов. Поэтому сухие насосы занимают всё больше места на рынке. Но и ставить точку в истории, например диффузионных насосов, пока рано. Поэтому мы активно развиваем несколько проектов.

Началом нового этапа инновационного развития АО «Вакууммаш» можно считать 2013 год, когда мы вместе с Казанским технологическим университетом (ФГБОУ ВПО «КНИТУ») при поддержке Министерства образования и науки РФ начали проект по созданию высокотехнологичного производства безмасляных спиральных вакуумных насосов для индустрии наносистем и наноматериалов.

В результате реализации первого этапа данного проекта создан типоразмерный ряд вакуумных спиральных насосов (НВСп) производительностью 4, 12 и 35 м³/час и организовано высокотехнологичное серийное производство безмасляных спиральных вакуумных насосов.



Рис. 1. Спиральные насосы типоразмерного ряда НВСп.

В конце 2017 года мы приступили ко второму этапу проекта - разработке большого спирального вакуумного насоса НВСП-60, опытный образец которого должен быть изготовлен в ближайшее время.

В процессе реализации проекта удалось не только улучшить удельные характеристики насосов, но и снизить стоимость спиральных насосов по сравнению с зарубежными аналогами благодаря оптимизации конструкции насоса и выбору оптимальных соотношений основных размеров роторного механизма (включая использование запатентованного профиля спирали), замещению дорогостоящих комплектующих иностранного производства на отечественные, в том числе собственного производства.

Другое важнейшее направление нашей работы – струйные вакуумные насосы, к которым относятся диффузионные и бустерные паромасляные насосы. Вакууммаш разрабатывает и выпускает диффузионные и бустерные насосы уже 60 лет, в том числе последние 25 лет для компании Leybold GmbH. В 2016 году мы начали новый проект по разработке нового типоразмерного ряда диффузионных вакуумных насосов с расширенным диапазоном работы ДП.

За последние десятилетия ситуация в вакуумной технике существенно изменилась. При этом существенно поменялись области применения насосов и, соответственно, требования к ним.

Сегодня диффузионный вакуумный насос – это насос чаще всего промышленного применения. Это насос, чаще всего, среднего вакуума. Уже почти никого (или только справочно) не интересует его остаточное давление, потому что подавляющее количество технологических процессов проходит именно при среднем вакууме. Более того, современный диффузионный насос должен начинать работу от 1,33 Па ($1 \cdot 10^{-2}$ мм рт.ст.), т.е. обладать возможностями бустерных насосов.

Кроме того, наряду с улучшенными характеристиками, к насосам предъявляются новые экономические и эксплуатационные требования такие как: снижение потребляемой мощности, снижение расхода охлаждающей воды, снижение количества заливаемой жидкости, удобство обслуживания и ремонта.

Поэтому в последние годы на Вакууммаше идёт целенаправленная исследовательская и научная работа по улучшению характеристик диффузионных насосов, оптимизации их конструкции, снижения эксплуатационных расходов, в первую очередь электроэнергии.



Рис.2. Семейство струйных вакуумных насосов: диффузионные и бустерные насосы изготовленные для компании Leybold GmbH.

С учётом всех новых требований, предъявляемых рынком, совместно с компанией Leybold GmbH в настоящее время разрабатывается новое поколение диффузионных насосов, способных устойчиво работать и обеспечивать максимальный поток откачиваемого газа при входном давлении $1 \cdot 10^{-2}$ мм рт.ст.

Уже разработаны и начато серийное производство насосов с условным проходом 320, 500, 630, 1000 мм или 10, 16, 20, 35 дюймов, начато изготовление первого прототипа насоса с условным проходом 800 мм (32 дюйма). Наименование нового насоса DiJ для компании Leybold и НД-Э для российского рынка.

Насосы отличаются геометрией котла, позволяющей применять минимальное количество рабочей жидкости, новой конструкцией устройства для залива и слива рабочей жидкости. Нагревательные элементы новой конструкции позволяют производить их замену непосредственно на месте установки насоса.

Целенаправленная исследовательская и конструкторская работа позволила получить выдающийся результат: насосы не уступают по своим характеристикам лучшим мировым образцам, а порой их превосходят. А вот по массовым характеристикам, по энергоэффективности наши насосы превосходят конкурентов на 10-20 %.

Параллельно с разработкой новых диффузионных насосов, реализуется проект по расширению возможных вариантов ловушек и маслоотражателей для снижения обратного потока масла.

Все хорошо знают наши стандартные решения – стандартный маслоотражатель и ловушку, представленные на рисунке 3. Они давно выпускаются и хорошо себя зарекомендовали. Однако существуют ситуации, когда обратный поток необходимо уменьшить, а место для оборудования ограничено и поставить стандартную ловушку не удаётся. Именно поэтому появились два новых изделия – интегрированная ловушка и увеличенный маслоотражатель, представленные на рис.4.



Рис.3. Стандартная ловушка ЛП и стандартный маслоотражатель насоса НД.



Рис.4. Новая интегрированная ловушка ЛИ и увеличенный маслоотражатель.

Ловушки ЛИ выполнены в безкорпусном исполнении и устанавливаются в диффузионном насосе вместо штатного маслоотражателя. Такое решение позволяет установить ловушку сопоставимую по эффективности со стандартной (корпусной) ловушкой ЛП в действующую систему вакуумирования потребителя без дополнительных капитальных затрат, а также увеличить эффективную быстроту действия вакуумной системы за счет увеличения ее

проводимости. Аналогичное решение и по замене штатного маслоотражателя в диффузионном насосе на увеличенный.

Ну и конечно, самый амбициозный проект, вернее сразу три проекта, реализацию которых мы начали в 2018 году – это разработка принципиально новых для нас средств откачки – разработка винтовых насосов НВВ, разработка больших бустерных механических насосов (насосов Рутса) НВД и разработка турбомолекулярных вакуумных насосов НВТ. Мы поставили себе задачу за три года разработать, испытать и начать производство всех трёх типов насосов. Задача необычайно сложная. Запланирована разработка следующих типоразмерных рядов насосов: НВВ 250 и 600 м³/ч, НВД 500, 1000, 2000, 4000 м³/ч, НВТ 160, 250, 400. Первыми среди разрабатываемых насосов будут НВВ-600, НВД-2000 и НВТ-400.

Насосы Рутса мы хорошо знаем и даже производим небольшие типоразмеры, а наша казанская школа под руководством проф. Бурмистрова А.В. сильнейшая в России. Этот проект наиболее проработан и реализуется совместно с нашими коллегами из технологического университета. Проведены все необходимые расчёты, проработана конструкция, почти готова конструкторская документация.

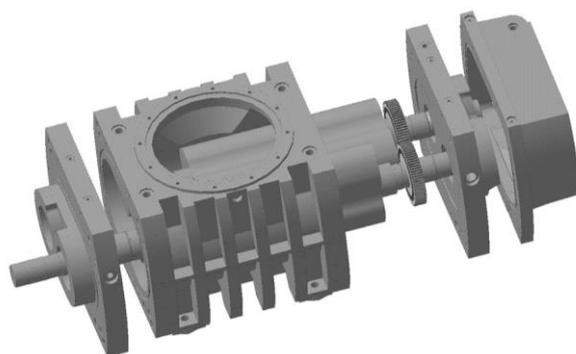


Рис.5. 3D модель узлов насоса НВД-2000.

Винтовые вакуумные насосы - лидер среди всех видов безмасляной низко- и средне-вакуумной откачки. Этот тип насосов объединяет в себе все преимущества, присущие в отдельности остальным типам безмасляных насосов: высокая удельная быстрота действия на единицу массы, низкое предельное остаточное давление (до 0,5 Па) благодаря полному внутреннему сжатию, отсутствие ограничений по быстроте действия.

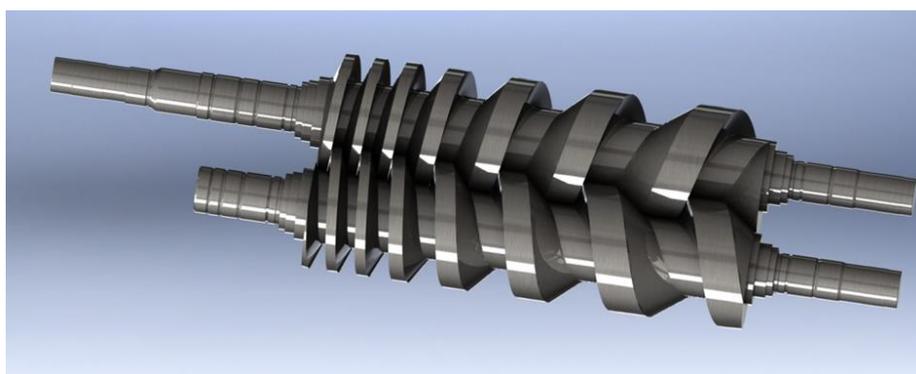


Рис.6. 3D модель винтовой пары насоса НВВ-600.

Винтовая машина - основной конкурент системам откачки с масляным уплотнением: пластинчато-роторным и золотниковым насосам. Особенности конструкции роторного механизма делает этот тип насосов невосприимчивым к загрязнениям и позволяет его использовать в очень «грязных» промышленных технологических процессах.

Но при всех преимуществах, этот насос никто в России до сих пор не производил. Имеющийся опыт по разработке и изготовлению винтовых компрессоров здесь использовать

невозможно, так как профили винтов и сложность конструкции несопоставимы. Сейчас идёт моделирование винтовых пар, подбор вспомогательного оборудования.

Турбомолекулярные насосы всем хорошо известны и даже производятся в России. Но для нас это абсолютно новый насос. И мы будем максимально использовать любой опыт, который есть в России. Проблема, однако, не только в отсутствии опыта, но и в полном отсутствии в стране производств современных подшипников, приводов, необходимых приборов и т.д. Это касается всех новых проектов.

Другая задача, которая не менее, а порой и более сложная – технологическая. Мало «нарисовать» насос – его потом надо ещё и сделать. Мы уже начали подбор оборудования, и оказалось, что даже самые продвинутые производители станков не готовы дать гарантию по изготовлению тестовых деталей с требуемой точностью.

Таким образом, подводя итоги вышесказанному, хочу ещё раз подчеркнуть, что АО «Вакууммаш» находится сегодня на новом этапе инновационного развития. Новые проекты находятся в самом начале, и говорить о конкретных результатах пока рано. Идёт работа по выбору конструкции, расчёту проточной зоны и конструктивных элементов. Даже названия, присвоенные насосам на этом этапе условные. Но я считаю, что очень важно заявить о наших амбициях и желании выйти на рынок с самыми современными продуктами. Можно сожалеть, но опыт последних лет доказал необходимость разработки и освоения производства всех необходимых средств откачки в России. Убеждён, что несмотря на исключительную сложность поставленных задач, коллектив АО «Вакууммаш» справится с ними и в очередной раз подтвердит звание российского лидера вакуумного машиностроения.