

## ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

### КАЗАНЬ - ВАКУУМНАЯ СТОЛИЦА РОССИИ

### KAZAN - VACUUM CAPITAL OF RUSSIA

*Е.Н. Капустин<sup>1</sup>, А.В. Бурмистров<sup>2</sup>, В.А. Аляев<sup>2</sup>*

*E.N. Kapustin, A.V. Burmistrov, V.A. Alyaev*

<sup>1</sup>АО «Вакууммаш», г. Казань

<sup>2</sup>ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань

*Статья посвящена вакуумной столице России – городу Казани. Обосновано использование термина «Вакуумная столица России». Показано развитие сотрудничества АО «Вакууммаш» и ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет» в сфере подготовки кадров и совместных разработках вакуумной техники.*

*The article is devoted to the vacuum capital of Russia - the city of Kazan. The use of the term "Vacuum capital of Russia" is substantiated. The development of cooperation between JSC "Vacuummash" and Kazan National Research Technological University in the field of personnel training and joint development of vacuum technology is shown.*

*Ключевые слова: сотрудничество, подготовка кадров, разработки вакуумной техники.*

*Keywords: cooperation, personnel training, development of vacuum technology.*

Сегодня сложно представить нашу жизнь и промышленное производство без вакуума и вакуумных технологий. Количество применений вакуума увеличивается с каждым годом. А значит, увеличивается потребность и в технике, создающей и поддерживающей вакуум и в специалистах, способных эту технику обслуживать. Поэтому роль вакуумного кластера, созданного в Казани, приобретает для государства важнейшее значение.

Вакуумная отрасль зарождается в Казани в 1959 году, начиная с известного письма академика Векшинского С.А., в котором он обосновал необходимость создания вакуумного центра в Казани и Постановления Совета Министров СССР № 656-295 от 16.06.1959, в соответствии с которым Механический завод, занимавшийся производством и ремонтом сельскохозяйственной техники, был перепрофилирован в завод по выпуску вакуумной техники.

Одновременно на заводе образовано Специальное конструкторское бюро для «разработки новых образцов вакуумного оборудования и арматуры для всех отраслей промышленности», на базе которого в 1961 году создается самостоятельное Центральное КБ вакуумной техники, а позже в 1971 году - НИИ Вакууммаш.

А начиная с 1975 года все казанские предприятия, связанные с вакуумной техникой – Казанский механический завод, НИИ Вакууммаш и Опытный завод вакуумного машиностроения объединяются в ПО «Вакууммаш», и с этого момента начинается новейшая история предприятия.

Развитие такого научно-производственного предприятия, естественно было невозможно без высококвалифицированных кадров. И именно в этот период на Механическом факультете Казанского химико-технологического института начинается

подготовка специалистов по вакуумной технике. А сейчас, в 2021 году исполнилось ровно 40 лет со дня первого выпуска специалистов-вакуумщиков, состоявшегося в 1981 году.

Уже в июне 1985г. в соответствии с приказом Минвуза РСФСР курс "Вакуумная техника" выделен в самостоятельную кафедру "Вакуумная техника электрофизических установок", с 1986 г. в состав кафедры входит филиал, действующий на базе НПО "Вакууммаш".

Первым заведующим кафедрой стал заслуженный работник высшей школы РФ, заслуженный деятель науки и техники ТАССР, д.т.н., профессор Г.Х. Мухамедзянов, а с 2001 года кафедру возглавляет один из первых её выпускников профессор Аляев В.А.

Сегодня Казань – кузница кадров для вакуумного машиностроения не только России, но и для предприятий ближнего и дальнего зарубежья.

Кафедра ВТЭУ с 1981 г. по настоящее время выпустила почти полторы тысячи специалистов, магистров, бакалавров, которые работают на всех крупных предприятиях г. Казани, в ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» в г. Сарове, в ОИЯИ в г. Дубна. Ну и конечно, они составляют костяк технических специалистов на АО «Вакууммаш».

Сегодня подготовка специалистов, способных заниматься разработкой новых видов вакуумной техники, в том числе импортозамещением, приобретает особое значение, так как вакуумные насосы, особенно большой производительности, являются товарами двойного назначения и находятся под контролем служб экспортного контроля и МАГАТЭ. Только такие специалисты способны обеспечить технологическую безопасность России. И опыт последних лет доказал необходимость разработки и освоения производства всех необходимых средств откачки в России.

Однако, несмотря на всю важность вакуумной техники для государства, количество вузов, в которых готовят специалистов-вакуумщиков неуклонно сокращается.

Исключением здесь является Казань. Именно в Казани не только сохранилась, но и успешно развивается кафедра «Вакуумная техника электрофизических установок». Более того, только Казанский национальный исследовательский технологический университет готовит именно вакуумщиков.

Именно поэтому в 60-е годы двадцатого столетия Казань стала союзным центром вакуумного машиностроения и сохраняет статус ВАКУУМНОЙ СТОЛИЦЫ РОССИИ сегодня. В Казани для этого есть всё - научная база, своя школа по подготовке специалистов-вакуумщиков, есть АО «Вакууммаш» - крупнейшая компания в России и странах СНГ, производящая вакуумное оборудование.

Сегодня сотрудничество КНИТУ и АО «Вакууммаш» вышло на новый уровень. Открыта магистерская программа для ведущих специалистов завода, разработана специальная программа повышения квалификации для специалистов среднего и низшего звена. В 2021 году два ведущих специалиста АО «Вакууммаш» готовят защиты диссертаций на соискание степени кандидата технических наук.

А начиная с 2013 года КНИТУ и АО «Вакууммаш» начали реализацию совместных проектов по разработке и постановке на производство новейших образцов вакуумной техники. Это стало возможным благодаря тому, что на кафедре сформировалась группа учёных под руководством профессора Бурмистрова А.В., научные интересы которого сосредоточены в области прикладных задач, связанных с исследованиями и разработкой бесконтактных безмасляных вакуумных насосов, в частности двухроторных, спиральных и кулачково-зубчатых.

Безусловно, что эти успехи были бы невозможны, если бы не АО «Вакууммаш». Несмотря на солидный возраст, Вакууммаш сегодня молодое и динамично развивающееся предприятие.

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.

Именно поэтому в 2013 году АО «Вакууммаш» совместно с КНИТУ при поддержке Министерства образования и науки РФ начали проект по разработке и созданию производства первого для себя безмасляного спирального вакуумного насоса [1, 2].

В результате реализации данного проекта был создан типоразмерный ряд вакуумных спиральных насосов (НВСп) производительностью 4, 12, 35 и 60 м<sup>3</sup>/час и организовано высокотехнологичное серийное производство безмасляных спиральных вакуумных насосов.

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) [3, 4], замещению дорогостоящих комплектующих иностранного производства на отечественные, в том числе собственного производства, например торцевых уплотнителей [5].



Рис. 1. Семейство спиральных вакуумных насосов НВСп.

Продолжением работы по сухим вакуумным насосам стал самый амбициозный проект, вернее сразу три проекта, реализацию которых мы начали в 2018 году – это разработка принципиально новых для нас средств откачки – разработка больших механических бустерных насосов (насосов Рутса) НВД, разработка винтовых вакуумных насосов НВВ и разработка турбомолекулярных вакуумных насосов НВТ [6, 7]. 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 м<sup>3</sup>/ч, НВД 500, 1000, 2000, 4000 м<sup>3</sup>/ч, НВТ 160, 250, 400. Первыми среди разрабатываемых насосов будут НВВ-630, НВД-2000 и НВТ-400.

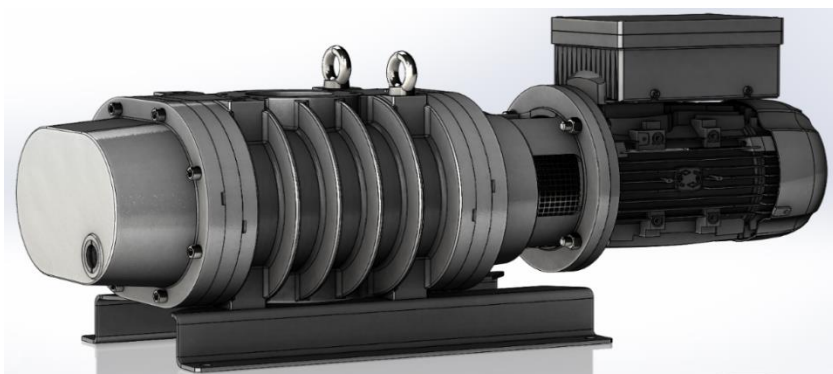


Рис. 2. Макет двухроторного вакуумного насоса НВД-1000.

**Насосы Рутса** мы хорошо знаем и даже производим небольшие типоразмеры. Теперь стоит задача разработать новую линейку насосов для различных применений и с различными

вариантами обратной связи по входному давлению – и с байпасной линией, и с частотным приводом. Этот проект наиболее проработан благодаря совместной работе с нашими коллегами из технологического университета [8].

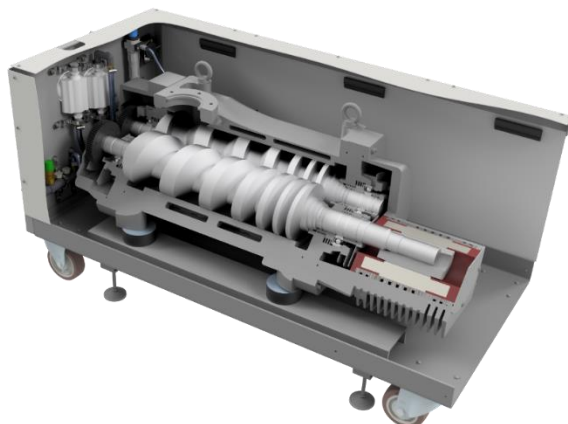


Рис.3. Макет вакуумного винтового насоса НВВ-630.

**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 скорости действия.

Винтовая машина - основной конкурент системам откачки с масляным уплотнением: пластинчато-роторным и золотниковым насосам. Особенности конструкции роторного механизма делают этот тип насосов невосприимчивым к загрязнениям и позволяют использовать их в очень «грязных» промышленных технологических процессах, а также для откачки сред, содержащих пары жидкостей, и даже капельную влагу.

Однако, при всех преимуществах, этот насос никто в России до сих пор не производил. Имеющийся опыт по разработке и изготовлению винтовых компрессоров здесь использовать практически невозможно, так как профили винтов и сложность конструкции несопоставимы.

**Турбомолекулярные насосы** всем хорошо известны, а небольшой производительности даже производятся в России. Но для нас это абсолютно новый насос. Более того, мы приняли решение разрабатывать сразу большой насос производительностью 3 500 л/с и с приводом на магнитном подвесе. Такие насосы в России сейчас тоже не производятся.

И проблема 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 далеко не всегда готовы дать гарантию по изготовлению наших деталей с требуемой точностью. Только после нескольких лет поиска нам удалось подобрать необходимое оборудование.





Рис.4. Макет вакуумного турбомолекулярного насоса НВТ-400.

Наше исторически сильное направление – струйные вакуумные насосы, к которым относятся диффузионные и бустерные паромасляные насосы. Несмотря на прогресс в развитии новых средств откачки, ставить точку в истории, например, диффузионных насосов, пока рано.

Вакууммаш разрабатывает и выпускает диффузионные и бустерные насосы уже 60 лет, в том числе последние 25 лет для компании Leybold GmbH. В 2020 году мы завершили проект по разработке нового типоразмерного ряда диффузионных вакуумных насосов с расширенным диапазоном работы – DII, так как за последнее десятилетие существенно поменялись области применения насосов и, соответственно, требования к ним.

Сегодня диффузионный вакуумный насос – это насос чаще всего промышленного применения. И, чаще всего, это насос среднего вакуума. Уже почти никого (или только справочно) не интересует его остаточное давление, потому что подавляющее количество технологических процессов проходят 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, снижению эксплуатационных расходов, в первую очередь электроэнергии.



Рис.5. Семейство струйных вакуумных насосов: диффузионные и бустерные насосы, изготовленные для компании Leybold GmbH.

Именно таким требованиям соответствует новый насос DИ, способный устойчиво работать и обеспечивать максимальный поток откачиваемого газа при входном давлении  $1 \cdot 10^{-2}$  мм.рт.ст. Разработаны и начато серийное производство насосов с условным проходом 320, 500, 630, 800, 1000 мм., подготовлена документация на насосы с условным проходом 250 и 400 мм. Наименование нового насоса DИ 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 замечательный результат: насосы не уступают по своим характеристикам лучшим мировым образцам, а порой их превосходят. Так по массовым характеристикам и энергоэффективности наши насосы превосходят конкурентов на 10-20 %.

Таким образом, подводя итоги следует ещё раз подчеркнуть, что АО «Вакууммаш» и КНИТУ находятся сегодня на новом этапе инновационного развития. Благодаря тесному сотрудничеству промышленного предприятия и университета создана инновационно-ориентированная система непрерывного высшего образования в области физики вакуума, вакуумной техники и технологии, что позволяет разрабатывать и производить действительно уникальные продукты. Работы предстоит ещё очень много. Но мы считаем, что очень важно заявить о наших амбициях и желании выйти на рынок с самыми современными продуктами. Убеждены, что, не смотря на исключительную сложность поставленных задач, мы справимся с ними и АО «Вакууммаш» в очередной раз подтвердит звание лидера российского вакуумного машиностроения, КНИТУ – звание лидера в подготовке специалистов вакуумщиков, а Казань – звание ВАКУУМНОЙ СТОЛИЦЫ РОССИИ.

## **ЛИТЕРАТУРА**

1. Капустин, Е.Н. Создание высокотехнологичного производства безмасляных спиральных вакуумных насосов в России / Е.Н. Капустин, А.Е. Капустин, А.В. Бурмистров, С.И. Саликеев // Вестник Казанского технологического университета. – 2014, Т.17. - № 19 - С. 280 -283.

2. Капустин, Е.Н. Этапы разработки типоразмерного ряда отечественных безмасляных спиральных вакуумных насосов/ Е.Н. Капустин, А.В. Бурмистров, С.И. Саликеев // Вакуумная техника и технология. –2015. – Т. 25, № 2. - С. 176-180.

3. Патент на изобретение. 2565342 Российская Федерация, МПК F04C 18/02 (2006.01), С1. Спиральная машина / Бурмистров А.В., Райков А.А., Саликеев С.И., Бронштейн М.Д., Капустин Е.Н.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО "КНИТУ", ОАО "Вакууммаш" - заявка № 2014146836; зарегистрировано 16.09.2015 – 4 с.

4. Патент на изобретение. 2616894 Российская Федерация, МПК D06F 39/00 (2006.01), С2. Спиральная машина / Бурмистров А.В., Райков А.А., Саликеев С.И., Бронштейн М.Д., Капустин Е.Н.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО "КНИТУ", АО "Вакууммаш" - заявка № 2015138655; зарегистрировано 18.04.2017 – 3 с.

5. Капустин Е.Н. Разработка и освоение выпуска отечественных торцевых уплотнителей для безмасляных спиральных насосов / Е.Н. Капустин, А.А. Исаев, А.В. Тюрин, А.В. Бурмистров // Материалы VIII Международной научно-технической конференции «Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы - 2017», Казань. - 2017. – С. 34-38.

6. Бурмистров, А. В. Разработка нового типоразмерного ряда ДВН типа Рутс / А.В. Бурмистров, А.А. Райков, С.И. Саликеев, Е.Н. Капустин, А.А. Исаев // Наноиндустрия. - Наноиндустрия. Спецвыпуск (2s, том 13). – 2020. – С. 54-61.

7. Бурмистров, А.В. Новые совместные разработки АО «Вакууммаш» и КНИТУ бесконтактных безмасляных вакуумных насосов./ А.В. Бурмистров, Е.Н. Капустин // Материалы X Российской студенческой научно-технической конференции «Вакуумная техника и технология», Казань, 2021. – С.31-37.

8. Бурмистров А.В. Разработка двухроторного вакуумного насоса высокой производительности / А.В. Бурмистров, С.И. Саликеев, А.А. Райков // Материалы IX Международной научно-технической конференции «Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы - 2018», Казань. - 2018. – С. 14-18.

9. Аляев В. А. Инновационно-ориентированная система непрерывного высшего образования в области физики вакуума, вакуумной техники и технологии /В. А. Аляев, А.В. Бурмистров, С. Б. Нестеров, Е.Н. Капустин // Сборник докладов и научных статей международной сетевой конференции Новые стандарты и технологии инженерного образования: возможности вузов и потребности нефтегазохимической отрасли» - Синергия - 2017». – Казань: Изд-во «Бронто», - 2017. – 410с.

### **К 30-ТИ ЛЕТНЕМУ ЮБИЛЕЮ КОМПАНИИ ФЕРРИ ВАТТ**

#### **FOR THE 30TH ANNIVERSARY OF FERRY VATT**

**Я.О.Желонкин, А.А.Бикташев, О.В.Желонкин /zhelonkin.ya@ferryvatt.ru**

**Ya.O.Zhelonkin, A.A.Biktashev, O.V.Zhelonkin**

ООО «ФЕРРИ ВАТТ», Казань

*Доклад к 30-ти летнему юбилею Казанской компании «ФЕРРИ ВАТТ» - разработчика и изготовителя вакуумного технологического оборудования. Представлен краткий исторический экскурс, основные хронологические вехи и направления деятельности компании.*

*For the 30th anniversary of FERRY VATT, a Kazan company for vacuum process equipment development and manufacturing. A brief historical overview, chronological milestones and activities of the company are presented.*

*Ключевые слова: компания – разработчик и изготовитель вакуумного технологического оборудования.*

*Key words: company for vacuum process equipment development and manufacturing.*

История предприятия начинается с 1991 г., когда группа инициативных сотрудников, разваливающегося в те годы НИИ «ВАКУУММАШ», создали предприятие «Квазар», в последствии переименованное в МП «ВАТТ» и уже в последствии - «ФЕРРИ ВАТТ». Название компании «ФЕРРИ ВАТТ» состоит из 2-х частей, где первая часть — это дань уважения к нашим инвесторам, группе компаний «ФЕРРИ» (от англ. ferry – переправа), вторая - «ВАТТ», расшифровывается как Вакуумная Техника и Технологии. Первооснователями компании были Бикташев Айрат Адипович, Желонкин Олег Владиславович, Балабанов Андрей Анатольевич, Дементьев Сергей Юрьевич, Гиматдинов Ильдар Габдулхаевич. Руководителем компании до 1995 года был Дементьев С.Ю., 1995 - 2021 года – Бикташев А.А., с 2021 года – Желонкин Я.О. На протяжении многих лет наши ключевые отделы – технологический и