

## Новые технологии в зарубежной вакуумной технике

Д.М. Степашков, В.С. Феофанов  
Москва, ООО «МИЛЛАБ»  
Дмитровское ш., д. 100, стр. 2  
vf@millab.ru

Статья посвящена обзору новых и усовершенствованных вакуумных технологий, касающихся создания вакуума и герметичности вакуумных систем. Особое внимание уделяется оборудованию для создания высокого и сверхвысокого вакуума.

Представлены последние разработки европейских заводов-изготовителей: Agilent Technologies (бывший Varian), Vacuubrand, EVAC.

*New technologies in foreign vacuum equipment. D.M. Stepashkov, V.S. Feofanov. This article provides an overview of new vacuum technology related to a creation of vacuum and tightness of vacuum systems. Equipment for the creation of high and ultra-high vacuum are more specifically considered.*

*This article presents a new developments of European brands Agilent Technologies, Vacuubrand, EVAC.*



Существует ряд технологических процессов, где требуется точное поддержание заданного уровня вакуума. В этой связи является актуальной разработка приборов способных контролировать вакуум. На сегодняшний день, существуют несколько зарубежных компаний-производителей вакуум-контроллеров способных работать в различных диапазонах вакуума. В этой связи самым современным вакуум-контроллером является прибор, выпущенный немецкой компанией Vacuubrand в апреле 2018 г. Данный прибор способен контролировать вакуум в диапазоне от грубого до среднего (нижний предел  $10^{-3}$  мбар). Контроль осуществляется либо: 1) за счет открытия/закрытия соленоидного клапана, располагающегося на участке между вакуумным насосом и объектом вакуумирования; 2) за счет управления частотой инверторного двигателя. Большим преимуществом данного контроллера являются уже заранее предустановленные настройки под типовые процессы вакуумирования.

На сегодняшний день турбомолекулярные вакуумные насосы (ТМН) стали незаменимым источником для создания безмасляного высокого вакуума, как для научных, так и для промышленных применений. Поскольку серийное производство ТМН относится к достаточно сложному прецизионному приборостроению, количество мировых производителей данного оборудования ограничено. Одним из таких производителей со своей научно-исследовательской базой является интернациональная компания *Agilent Technologies Vacuum Product Division* (до 2010г., *Varian*) с главным офисом в г. Турин (Италия). Номенклатура ТМН выпускаемых Agilent включает в себя как небольшие насосы с малой и средней производительностью (от 50 л/с), так и ТМН с большой производительностью (до 2200 л/с). В последние годы Компания *Agilent Technologies* много инвестировала в программу создания новых ТМН по техническим характеристикам превосходящих ранее выпускаемые аналоги. Новый модельный ряд ТМН

Agilent Technologies получил название Twis Torr и Технология FS. Данные насосы стали одними из самых устойчивых ТМН с механическим подвесом среди аналогов, наиболее стойкие к жестким технико-эксплуатационным условиям.

Примерами серийно выпускаемых ТМН в которых реализованы новые технологии являются TwisTorr 84, FS Twis Torr 304 FS, TwisTorr 404 FS, TwisTorr 704 FS, Twis Torr 804 FS (с соответствующими производительностями от 70 до 720 л/с) выпущенные компанией в 2012 - 2018 годах. В настоящий момент ведется работа по созданию ТМН серии Twis Torr FS с большей производительностью. Запатентованная технология TwisTorr заключается, главным образом, в особой конструкции молекулярная ступень спиральной формы с переменным углом загиба спиралей, обеспечивающих беспрецедентное сжатие лёгких газов и возможность работать при высоком форвакуумном давлении.



Рис. 1. Twis Torr 704 FS  $10^{-10}$  мбар, 660 л/с ( $N_2$ )

Керамические подшипники с консистентной смазкой расположены в форвакуумной области и исключают даже потенциальное попадание углеводородов в откачиваемый объём. Такая конструкция обеспечивает длительный период работы до планового обслуживания, а также позволяет размещать насос в любом положении.

Вершиной технологических разработок, применённых в насосе, является система плавающей подвески FS (Технология FS). Ротор и статор соединяются через специальную полимерную демпфирующую вставку. Эта вставка позволяет компенсировать как осевые, так и боковые колебания вращающегося ротора при старте, торможении и прорывах атмосферы, что значительно продлевает ресурс подшипников турбомолекулярного насоса.

В работах по совершенствованию форвакуумного оборудования, в частности спиральных насосов нового поколения, важной тенденцией в конструкторских разработках стал переход к системам с повышенной надёжностью, увеличенным ресурсом работы и простым сервисом. Производители стремятся снизить такие показатели как потребление энергии, уровень шума и вибрации, габаритные размеры, свести к нулю или уменьшить генерацию частиц из насоса. Примером такой всесторонней оптимизации насос 4-го поколения, который совмещает в себе все последние достижения в области разработки насосов спирального типа.



Рис. 2. Спиральный насос IDP-10, 0,02 мбар 10,2 м<sup>3</sup>/ч.

Новая технология производства торцевых уплотнений позволяет увеличить интервал межсервисного обслуживания до 22000 часов. Одноступенчатая конструкция позволяет проводить замену расходных материалов за минимальное время (20 мин). Инновационный запатентованный изолирующий клапан соленоидно-механической конструкции позволяет полностью защитить откачиваемую систему от прорыва атмосферы при отключении электропитания, особенно это важно в системах с ТМН. В конструкции насоса использованы технологии снижения вибрации. На сегодняшний день это самый тихий в Мире (50дБ) насос в серии спиральных насосов с производительностью 12-15 м<sup>3</sup>/ч.

Безмасляные мембранные насосы немецкой компании Vacuubrand дополняют линейку форвакуумных насосов Agilent. Мембранные насосы Vacuubrand представлены в двух версиях: стандартной и химически стойкой. Последняя позволяет производить откачку агрессивных газов и паров без использования криоловушек. Отличным решением в качестве форвакуумного насоса будет мембранный насос Vacuubrand с технологией Varío. Насосы Varío – это насосы с инверторным двигателем. Скорость электродвигателя может меняться в зависимости от газовой нагрузки и требуемого вакуума, что делает их особенно удобными в качестве насоса предварительного разрежения. Запатентованная система TURBO-MODE, разработанная специально для этой задачи, позволяет оптимизировать процесс откачки, делая откачку практически бесшумной.



Рис. 3. Мембранный насос MV 2 NT VARIO; 0,3 мбар 3,3 м<sup>3</sup>/ч.

Для сверхвысоковакуумных применений компания Agilent Technologies представила новый ионный насос VIP 200 производительностью 200 л/с. Благодаря оптимизированному распределению магнитного поля и новому дизайну, VIP-200 является наиболее компактным насосом в своем классе. VIP 200 достигает пика производительности в диапазоне давлений 10<sup>-8</sup> мбар, в то время как обычные ионные насосы находятся на пике при более высоких давлениях (10<sup>-6</sup> мбар). Среди аналогов насос обладает лучшей скоростью откачки азота и аргона. Благодаря новой технологии отжига диодов значительно уменьшилась скорость утечки водорода и увеличилась скорость откачки. Отжиг проводится при температуре 450 °С. Новый дизайн обогревателя обеспечивает высокую температурную эффективность и равномерное распределение тепла. Новый дизайн элементов: анодов, керамических изоляторов. Все диоды, включая StarCell, полностью заменяемы.

Не обошли стороной внимание специалистов Agilent Technologies и контроллеры к ионным насосам. Компания Agilent Technologies выпустила новый революционный контроллер при помощи которого можно не только создавать сверхвысокий вакуум (контроллер управляет ионным насосом который предназначен для создания СВВ) но и измерять вакуум вплоть до 10<sup>-12</sup> мбар благодаря высокому разрешению по току (1nA).



Рис. 4. Ионный насос VIP 200  $10^{-11}$  мбар 200 л/с.

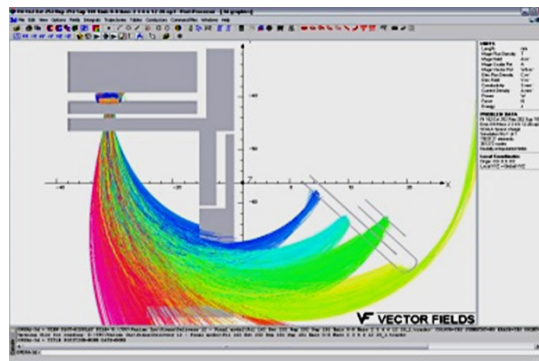
Не обошла и серия новинок Agilent Technologies область течеискания. В 2018 году Agilent Technologies выпустила новую линейку течеискателей — **серию HLD**. Традиционно течеискатели Agilent Technologies славятся как простотой применения, так и надёжностью своих решений проверки на герметичность различных систем. Они прекрасно справляются и с лабораторными сверхвысоковакуумными установками, и большими по объёму промышленными объектами.



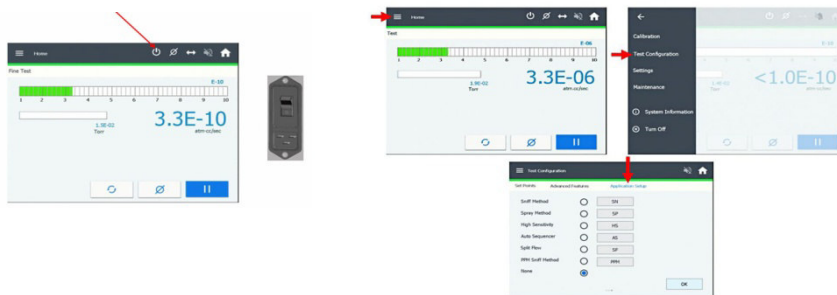
Компания MILLAB представляет новое поколение гелиевых течеискателей Agilent — **серию HLD**.

Компания Agilent является единственным производителем гелиевых течеискателей, которая самостоятельно разрабатывает и производит все комплектующие для них, начиная от откачной системы заканчивая масс-спектрометром. В последних моделях используется запатентованная двойная система форвакуумных насосов, обеспечивающая превосходную скорость откачки, и независимость от фона гелия.

Одним из преимуществ новых течеискателей HLD является большой дисплей (21 см), который имеет полностью обновленный пользовательский интерфейс с 8 доступными языками. Управление интуитивно понятно и многофункционально. Есть возможность поворота экрана в пределах  $180^\circ$  для идеального просмотра.



Настройки приложения — это шесть различных руководств, которые помогают пользователю быстро и правильно настроить течеискатель для лучшей производительности.



В течеискателях появились расширенные возможности работы с графиками: можно увеличить график для более тщательного изучения, отличить контрольные точки по цветовому кодированию и получить запись графиков изменения скорости утечки и давления во времени.

Усовершенствованный процесс выключения поддерживает вакуум в спектрометре и защищает турбомолекулярный насос от повреждений.

Для максимальной точности масс-спектрометрическая щель расположена под углом 135° в месте схождения пучка ионов.

Преимуществом новых гелиевых течеискателей HLD является ускоренное восстановление после нахождения большой течи. Как видно из графика намного быстрее происходит регенерация атмосферы системы при использовании течеискателя, в котором применяется система из двух насосов.

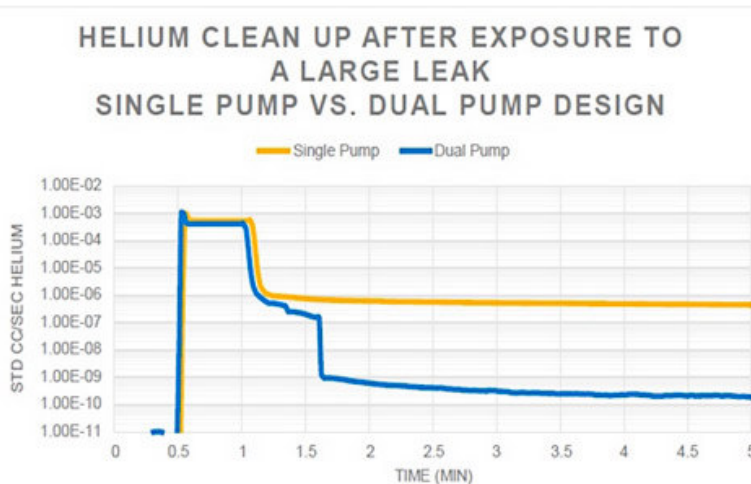


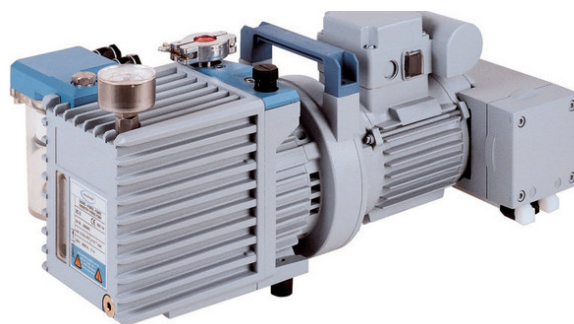
Рис. 5. Скорость очистки после обнаружения большой течи. Один насос (жёлтая линия), система насосов (синяя линия).



Очень часто теческатели применяются там, где дополнительный шум нежелателен. Тихая работа оборудования означает, что не нужно будет обеспечивать дополнительную шумозащиту в помещении или просить работников носить защитные наушники.

Уровень шума новых теческателей		
Шум		дБ
	Бензопила: раскат грома	120
	Клаксон автомобиля (1 мин); живая рок-музыка	110
	Газонокосилка: взлёт самолёта (1 км)	100
	Мотоцикл (8 м)	90
	Товарный поезд (25 мин); блендер	80
	Автомобили на шоссе; пылесос	70
	HLD MD30	69
	Шум в офисе или HLD BR30	60
	HLD MD16	53
	IDP-15 или разговор дома	50
	Библиотека	40

Задачу создания низкого вакуума (до 0,6 мбар) в условиях агрессивной химии выполняют химстойкие мембранные насосы. Однако в химической лабораторной практике часто требуется откачка коррозионных газов и паров до уровня среднего вакуума (порядка  $10^{-3}$  мбар). Специально для этой задачи, компанией Vacuubrand был разработан химический гибридный вакуумный насос RC 6 HYBRID (Vacuubrand). Насос представляет собой комбинацию пластинчато-роторного (маслоуплотненного) и хим. стойкого мембранного насоса. Мембранная ступень поддерживает под постоянным разрежением масляную ванну насоса, удаляя пары растворителей из масла и значительно снижая концентрацию кислорода и коррозионных газов в насосе. Благодаря этому повышается химическая стойкость, а необходимость смены масла снижается в 10 раз.



*Рис. 6. Насос RC 6 HYBRID 0,002 мбар 5,9 м<sup>3</sup>/ч.*

Рассматривая новинки вакуумной техники, стоит обратить внимание на инновации в вопросе герметизации вакуумных соединений. Швейцарская компания EVAC предлагает хомуты и фланцы новой конструкции. Звеньевая конструкция хомута позволяет наиболее равномерное аксиальное сжатие 2 соединяемых фланца и добиться этим максимальной герметизации. Звеньевые хомуты такой конструкции рассчитаны для фланцев от DN 10 до DN 2000.



Рис. 7. Металлический хомут KF.

Для установок, работающих под сверхвысоким вакуумом (порядка  $10^{-11}$  мбар) или применяемых в крио-приложениях (температура порядка 1К) разработаны новые сверхвысоковакуумные фланцы CeFix, изготовленные из стали SUS 316L. Специальные уплотнения для этих фланцев (в зависимости от задач: Cu, Ni, Al, Al/Ag) являются многоразовыми (в отличие от CFF) и могут быть использованы несколько раз.

Компания EVAC один из немногих мировых производителей стеклянной и кварцевой вакуумной арматуры (включая оптически чистые материалы). Данная арматура может использоваться в плазменной и ускорительной технике в качестве изоляторов и т.д.

Синергия брендов компании МИЛЛАБ позволяет предлагать не только стандартные решения, но и создавать индивидуальные откачные системы в зависимости от задачи заказчика, включая разные уровни автоматизации.

Компания МИЛЛАБ является официальным дистрибьютером европейских производителей вакуумной техники: Agilent Technologies, Vacuubrand, EVAC. Более десяти лет МИЛЛАБ работает с клиентами, пользующимися вакуумным оборудованием, и знает о проблемах и потребностях в вакуумных решениях для лабораторий и предприятий. Благодаря европейским партнерам и накопленному опыту, МИЛЛАБ предлагает оптимальные решения для задач различной сложности.

Компания Agilent Technologies Inc (бывш. VarianInc) является мировым лидером в области производства вакуумного оборудования. Номенклатура Agilent включает в себя оборудование для создания вакуума во всех диапазонах: от грубого до сверхвысокого, а также средства измерения и контроля создаваемого разрежения.