



В современных условиях и российские, и многие зарубежные машиностроительные предприятия сталкиваются с целым комплексом проблем, преодоление которых связано с большими трудностями из-за недостаточности финансирования, падения спроса на продукцию и возрастания в этих условиях жесткой конкуренции. Кроме того, трудности обусловлены и невозможностью интенсификации процессов модернизации и реструктуризации технико-технологической базы.

Между тем даже в столь тяжелых экономических условиях есть предприятия, которые не просто выживают, но и создают новое оборудование, отвечающее самым высоким требованиям и вместе с тем доступное по цене и надежное по качеству. Это происходит в тех случаях, когда на производстве смело внедряют затратные на первых порах, но окупаемые впоследствии современные наукоемкие технологии, обеспечивающие создание конкурентоспособной продукции.

Насколько оправдывают себя такие решения, можно судить на примере большого практического интереса, проявленного специалистами самых разных направлений — машино- и авиастроения, металлургии и сферы производства бытовых приборов, нефтегазодобычи и транспорта — к экспозициям проходившей в сто-

личном выставочном комплексе «Крокус Экспо» 8-й Международной выставки «Насосы. Компрессоры. Арматура» (PCVEXPO '2009).

Участники форума назвали его антикризисным. Это отнюдь не модная вывеска. Ужесточение конкуренции на фоне падающего спроса на продукцию эффективно стимулирует производителей и поставщиков к повышению качества предлагаемой техники, к поиску инновационных решений и оригинальных партнерских отношений, что, в конечном счете, ведет к росту экономики.

Поршневые компрессоры

За время существования специальных машин и оборудования, которые обеспечивают сжатие и подачу под давлением газов, появилось большое количество их различных видов. По конструктивным особенностям и принципам действия весь многочисленный компрессорный парк (а число самостоятельных и встраиваемых единиц такой техники сегодня трудно подсчитать) подразделяется на поршневые, ротационные, струйные, осевые, центробежные и другие агрегаты. Существуют классификации компрессоров по уровню создаваемого давления, роду сжимаемого газа и некоторым другим параметрам. Это никоим образом не усложняет возможность правильного выбо-

ра необходимого для тех или иных целей оборудования. Напротив, помогает пользователям подобрать нужную модель, отвечающую техническим условиям сферы применения.

Сегодня самым распространенным типом установленных на промышленных площадках России и стран бывшего СССР компрессоров с производительностью до 100 м³/мин. пока еще остаются поршневые агрегаты. Поршневое оборудование используется для сжатия воздуха и других газов в разных сферах промышленности и хозяйствования более века. Причина — в относительной простоте конструкции и, соответственно, производства таких машин, их высокой ремонтпригодности и надежности в эксплуатации. По этой же причине поршневые агрегаты были до недавнего времени практически единственным и основным типом воздушных компрессоров, выпускавшихся на постсоветском пространстве.

При своевременном обслуживании поршневой компрессор — это, по сути, виртуально вечная машина. Его «организм», за исключением несущей рамы, может быть обновлен полностью, поскольку все остальные элементы (поршневые кольца, клапаны, цилиндры и даже двигатель) в определенном роде являются расходными материалами. Известен случай использования в наше

время на одном из промышленных предприятий поршневого компрессора, снятого с военного корабля, затонувшего во время русско-японской войны. Но если говорить строго, то в нем от «родного» агрегата остались лишь станина и корпус цилиндров.

Поршневые агрегаты состоят из рабочего цилиндра и поршня и снабжены всасывающим и нагнетательными клапанами, которые традиционно расположены в крышке цилиндра. Для сообщения поршню возвратно-поступательного движения в большинстве таких компрессоров имеется кривошипно-шатунный механизм с коленчатым валом. Машины этого класса бывают одно- и многоцилиндровыми, одинарного или двойного действия (когда поршень работает обеими сторонами), одно- и многоступенчатого сжатия, что обеспечивается различным (вертикальным, горизонтальным, V- или VV-образным) расположением цилиндров.

Конечно, совершенствование производства и внедрение современных технологий требовало от создателей расширения линейки компрессорной техники, разработки модифицированных образцов, в т. ч. и с учетом тенденций развития компрессоростроения за рубежом. Следует заметить, что и сегодня поршневые агрегаты производятся многими ведущими европейскими машиностроителями. Продукцию одного из них — немецкой компании J. P. Sauer & Sohn Maschinenbau GmbH на выставке показал ее официальный представитель ООО «Далва Консалтинг» (г. Москва).

Компания J. P. Sauer серийно выпускает поршневые компрессоры высокого давления для промышленности, энергетики и судостроения. В этой группе перспективными считаются **маслозаполненные модели H VP 4331-51**, одна из которых демонстрировалась на выставочном стенде. Агрегаты этой серии адресованы производствам, нуждающимся в сжатии и подаче под высоким давлением (100–400 бар) воздуха, азота, гелия, аргона либо метана.

Для компрессоров H VP 4331-51 предусмотрено воздушное охлаждение. Расход газа в зависимости от модификации компрессора при частоте вращения коленвала 1470 мин.⁻¹ и стандартных входных условиях (1,013 бар при 20 °С) составляет от 22 до 120 м³/ч. Агрегаты оснащены электромоторами класса защиты IP54 с прямым приводом. Производители предлагают четыре варианта приводных устройств — электромоторы с частотой вращения от 950 до 1770 об/мин. Это дает возможность настроить производительность компрессора под конкретные требования заказчика и снизить таким образом потребление электроэнергии. Для этих машин разработчики предлагают интересную опцию, позволяющую нескольким компрессорам согласованно работать в единой пневмосистеме под управлением электронной панели МЕСС.

Поставляемые из Германии компрессоры в большинстве своем можно отнести к машинам общепромышленного назначения. Продукция же известного российского производителя Уральского компрессорного завода (г. Екатеринбург) — поршне-

вые компрессорные агрегаты высокого давления (от 4 до 10 МПа) серийного ряда ВШВ — изначально ориентирована на снабжение сжатым воздухом высоковольтных воздушных выключателей в составе распределительных устройств электростанций и подстанций, а также гидроаккумуляторов маслонапорных установок гидротурбин. Производительность компрессоров составляет 1–3 м³/мин.

В свою очередь Краснодарский компрессорный завод (ООО «ККЗ») выпускаемое оборудование — а это очень широкая номенклатура современной техники — поставляет в первую очередь нефтегазохимическому комплексу. **Стационарные газовые поршневые компрессорные установки ККЗ** применяются в большинстве технологических процессов, где требуется сжатие газов, в т. ч. агрессивных, ядовитых, взрывоопасных и инертных. Их с успехом используют для создания избыточного давления в нефтяных скважинах, в газофакельном хозяйстве нефтеперерабатывающих заводов, во многих технологических операциях химического производства, а также в космической



Поршневый компрессор с воздушным охлаждением серии H VP 4331 на стенде ООО «Далва Консалтинг»

промышленности для формирования запасов сухого азотного топлива.

В базовых конструкциях газовых, а также общепромышленных воздушных компрессорных агрегатов применяют угловое, прямоугольное или оппозитное позиционирование цилиндров. Установки со смазкой цилиндров и сальников используются в тех технологических процессах, в которых не предъявляется жестких требований к чистоте газа или воздуха. Там, где необходима подача газа или воздушной смеси без остаточного содержания масла, применяются установки, работающие без смазки сальников и цилиндров.

Особенностью большинства промышленных поршневых компрессоров с высокой (более 5 м³/мин.) производительностью является обязательная установка на фундамент и, как правило, в отдельном стоящем помещении. Это обусловлено высоким уровнем рабочего шума, а также сильной вибрацией, которую в противном случае свести к минимуму чрезвычайно трудно. Для дальнейшей очистки и охлаждения подготовленного воздуха нередко требуются дополнительные устройства. Кроме того, в поршневых агрегатах не получили распространения принятые в других конструкциях системы регулирования рабочих операций и параметров. Для решения этих проблем, а также с целью значительного увеличения межсервисного интервала в середине прошлого столетия были созданы винтовые агрегаты.

Винтовые компрессоры

В настоящее время винтовые компрессоры с давлением до 15 атм и производительностью в пределах 100 м³/мин., как масляные, так и сухие, являются на зарубежных предприятиях основными массово применяемыми агрегатами. В последнее десятилетие такое оборудование все активнее используется и на российских производствах. Главной причиной его разработки стала, как уже было сказано, необходимость увеличения интервалов между плановыми



Воздушный винтовой компрессор ЕКОМАК с прямым приводом

работами по техническому обслуживанию, ремонту и замене деталей и узлов компрессора. Эти операции, очень частые для поршневой техники, буквально «пожирали» средства, вынуждали содержать на предприятиях специальный штат, что сказывалось на эффективности производства.

В общей схеме винтовой компрессор монтируется на единой раме с шумозащитным кожухом, под которым размещается все необходимое оборудование, от системы управления, сушки, фильтров до конечного охладителя. Подобная компоновка позволяет обходиться при установке компрессора, не требующего выделения отдельного рабочего помещения, без дополнительных монтажных операций.

Значительное уменьшение шумового эффекта, а также габаритов винтовых агрегатов дает возможность размещать их в непосредственной близости от точки потребления сжатого воздуха или газа, что существенно (до 30%) снижает потери в воздушных сетях. В винтовых компрессорах используются высокоэффективные системы теплообменников воздух-воздух, позволяющие отказаться от водяного охлаждения. Благодаря таким машинам можно диверсифицировать воздухообеспечение при помощи разделенной (децентрализованной) системы подачи.

Предлагаемый сегодня ассортимент винтовых компрессоров позволяет экономично решать технические задачи любой сложности. Если, к

примеру, использовать инновационные разработки фирмы Kaeser Kompressoren (Германия). Специалисты, посетившие стенд ООО «Кезер Компрессорен ГмбХ» (г. Москва), могли убедиться в многообразии и уникальности таких систем. Среди немецкого оборудования стоит отметить оригинальные модели верхнего ряда линейки HSD 831 SFC, широкую номенклатуру строительных компрессоров и, конечно, хорошо зарекомендовавшие себя серии малых **винтовых компрессоров SX и SXC с энергосберегающим модулем Sigma Profil**. Aircenter-модели этих агрегатов обеспечивают эффективное производство, подготовку и хранение сжатого воздуха на малых площадях, обладают низким уровнем рабочего шума при улучшенном охлаждении установки.

Ориентированная на будущее техника с новым дизайном в общем корпусе объединяет все компоненты универсальной установки: собственно винтовой компрессор, холодоосушитель, ресивер, блок управления, систему автоматического натяжения ремня и т. д. В концепции машин заложены энергетическая эффективность, доступность в обслуживании, согласованность работы всех узлов, что гарантирует длительный срок эксплуатации.

Во многих европейских странах, в США и Японии хорошо известна и широко используется техника **торговой марки ЕКОМАК — воздушные винтовые компрессоры**, выпускаемые в Стамбуле (Турция) и имеющие мировые сертификаты ISO 9001, CE, GOST-R и ASME. Компрессоры ЕКОМАК используются в космической промышленности, химической и биохимической отраслях, в газодобыче, нефтепереработке, производстве продуктов питания. Россия — не исключение в числе пользователей этой современной техники, более того, один из перспективных партнеров производителей оборудования ЕКОМАК, предлагающих предприятиям разного уровня и профиля компрессоры регулируемой производительности, с ременной передачей и прямым приводом.

Сегодня, когда электроэнергия является весьма и весьма дорогостоящим фактором, значительно влияющим на увеличение себестоимости продукции, снижение энергоемкости компрессорного оборудования весьма актуально. Хотя бы потому, что на подготовку сжатого воздуха, без которого не обходится множество рабочих операций, расходуется от 30 до 40% всего потребляемого производством электричества. Поэтому каждый уважающий партнеров и собственный имидж крупный производитель стремится найти оптимальное решение в области энергосберегающих технологий. Если для Kaeser находкой в этом отношении стал устанавливаемый на ротор профиль Sigma, обеспечивающий до 15% экономии электроэнергии, то турецкие разработчики применили в конструкциях компрессоров серии VST (с регулируемой производительностью) конвертор частоты. Управляя рабочими операциями и регулируя потоки подаваемой в технологическую цепочку среды, в зависимости от требуемых объемов сжатого воздуха в тот или иной отрезок времени он обеспечивает снижение энергопотребления на 36%.

Еще один известный турецкий производитель винтовых компрессоров торговой марки VORTEX, осушителей воздуха и воздушных фильтров — фирма Ankara Hamak Sanayi ve Ticaret A. S. Ее представители в Москве показали на выставке последние разработки экономичной и надежной техники, в частности, компрессорные системы с клиноременным приводом ERS 5.5-132 C. Установки, имеющие высокие рабочие характеристики и элегантный дизайн, разработаны специально для обеспечения промышленных предприятий экономичными версиями компрессоров и смело могут претендовать на высокие рейтинговые позиции в перечне современного пневмооборудования.

Компрессоры серии ERS производительностью 0,42–25 м³/мин. имеют приводы мощностью от 5,5 до 132 кВт и поддерживают давление

нагнетания от 7,5 до 13 бар. При их изготовлении компания применяет комплектующие самого высокого качества, которые обеспечивают низкий уровень шума при круглосуточной работе машины, компактность конструкции, огне- и пылезащиту, а также невысокую вибрацию. Высочайшее качество и четкость отделения масла от воздуха достигаются благодаря центробежному принципу сепарации.

Каждое изделие VORTEX производится с особой тщательностью, проходит максимум испытаний и поставляется в надежно защищенном комплекте. Это относится и к группе винтовых компрессоров серии ERS 132-400 с прямым приводом. Такое конструкторское решение обеспечивает за счет малой скорости вращения ротора больших размеров минимизацию потерь на приводе, экономии мощности агрегата и меньшие затраты на техобслуживание. Электромотор с прямым приводом, который получил сертификацию EFF2, способен длительное время работать в тяжелых условиях. Компрессоры этого класса оснащены качественными винтовыми парами ведущих мировых производителей. Их управляемость обеспечивается контроллерами NEXUS.

Центробежные компрессорные установки

Центробежные компрессоры (ЦК) относятся к группе динамической техники. В них давление повышается при непрерывном движении воздушно-газовой среды через проточную часть машины за счет энергии, которую сообщают потоку лопатки вращающегося ротора. При этом кинетическая энергия преобразуется в потенциальную.

Основными элементами центробежного компрессора являются рабочее колесо с лопатками и кольцевой отвод — диффузор. Воздух или газ, находящиеся между лопатками, при вращении колеса получают вращательное движение. Под действием центробежной силы рабочая среда

перемещается к периферийной зоне колеса. Затем воздушно-газовый поток попадает в диффузор, площадь которого возрастает с увеличением радиуса. Скорость движения потока снижается, но зато повышается давление, обеспечивающее определенное сжатие воздушно-газовой массы. При работе одного колеса и диффузора, образующих ступень компрессора, степень сжатия газа минимальна. Если же необходимы более высокие уровни сжатия, используют многоступенчатые конструкции. В центробежных насосах применяются системы как внутреннего, так и наружного охлаждения, но большинство современных агрегатов имеют наружное охлаждение.

Все вышесказанное — это общие принципы построения центробежных агрегатов. Но каждый производитель, ориентируясь на своих партнеров и потребителей, вносит те или иные усовершенствования в создаваемую технику. Как это делает, например, ОАО «Казанькомпрессормаш» (Республика Татарстан) — предприятие с богатейшей историей, началом которой стало освоение еще в 1951 г. серийного производства поршневых компрессоров, а затем и винтовой компрессорной техники. Сегодня завод выпускает широкий спектр оборудования под маркой «Такт» производительностью 15–800 м³/мин. и давлением до 450 атм. Предназначено оно для сжатия любого газа, в т. ч. кислорода, водорода, гелия, ацетилена, хлора, фреона, аммиака.

Небезынтересно, что, по подсчетам менеджеров Казанского завода, количество кислородных компрессоров, поставленных предприятием только металлургическому комплексу России и зарубежья, превосходит объемы поставок всех вместе взятых зарубежных компаний, специализирующихся на компрессорном оборудовании. В то же время Казань обеспечивает компрессорной техникой нефтеперерабатывающую и химическую промышленность, наращивает поставки центробежных машин ОАО «Газпром», предприятиям ТЭК и космической отрасли.

Перспективной разработкой ОАО «Казанькомпрессормаш» является **мультипликаторный центробежный компрессор МЦК**. В базовом решении он представляет собой объединенные в одно целое повышающую зубчатую передачу (собственно мультипликатор) и рабочие ступени компрессора. Валы роторов одновременно с основной функцией выполняют функции шестерен зубчатой передачи. Это делает возможной реализацию многовальную газодинамической схемы с разными частотами вращения валов. МЦК в сравнении с одновальными компрессорами имеют более высокую эффективность и более широкую зону рабочих характеристик. Машины обладают широким диапазоном регулирования, а «одноэтажность» и компактность исполнения делают их универсальными в плане размещения на промышленных площадках.

Федеральный научно-производственный центр НПО «Искра» (г. Пермь), известный российским заказчикам как производитель импортозамещающей продукции, представил на форуме свои разработки центробежных компрессоров для сжатия водородсодержащего газа (модель 5ГЦ2В-226/7,1-10,6) и агрегаты для компримирования попутного нефтяного газа (5ГЦ2-220/10,5). Это оборудование предназначено для предприятий нефтегазового комплекса. Односекционный пятиступенчатый ЦК 5ГЦ2В способен обеспечивать надежную (2-й класс) циркуляцию водородсодержащего газа в процессе риформинга, а односекционный шестиступенчатый компрессор 5ГЦ2, помимо основного назначения, можно использовать взамен устаревших агрегатов 43ЦКО-160/15.

Парад насосной техники

Так без натяжки можно было назвать многие экспозиции, представленные на выставке операторами поставок насосов и насосных агрегатов, производителями этого незаменимого оборудования. Следует сказать, что и деловая програм-

ма PCVEXPO '2009, главным мероприятием которой стала Международная научно-практическая конференция Ecorump.ru '2009, также преимущественно была посвящена обсуждению вопросов эффективности и экологичности насосного оборудования.

«Парад» возглавляла экспозиция, подготовленная ООО «МКФ «Энерго»» (г. Москва). Предприятие специализируется на разработке, изготовлении, а также комплексных и локальных, единичных (по спецзаказу), поставках практически всего спектра насосной техники. Основным направлением его деятельности является разработка и изготовление, внедрение и поставка по согласованию с профильными проектными институтами и конечными потребителями герметичных динамических и объемных насосов для работы в составе технологических систем и установок.

Эта насосная техника предназначена для перемещений или напорного дозирования особо вредных жидких сред 1 и 2 класса опасности, а также широкого спектра агрессивных сред. Московская компания, и это ее специалисты успешно продемонстрировали даже в достаточно узких рамках выставочного стенда, обладает большим потенциалом в области инжиниринга и поставок герметичных насосов, не допускающих утечек опасных жидкостей в окружающую среду.

В предложениях компании широко представлены центробежные насосы с магнитной муфтой одно- и многоступенчатые, горизонтальные и вертикальные, одно- и многонасосные системы. Эти агрегаты перекачивают чистые и слабозагрязненные среды вязкостью от 0,6 до 1 сСт, содержащие до 0,5% по массе твердых нерастворимых включений. Конструктивно насосы с магнитной муфтой могут иметь исполнение с рубашкой обогрева, вертикального позиционирования и в моноблочном варианте. В абсолютно герметичных агрегатах отсутствует контактное уплотнение вала (сальника). Разработчики гарантируют многолетнюю надеж-



Дозировочный электронасосный агрегат Талнахского завода

ность работы агрегата с высоким КПД привода (до 90%).

Такая техника имеет высокую ремонтпригодность и используется в циркуляционных и напорных системах для перекачивания экологически опасных и агрессивных жидкостей. Применяется она в нефтехимической и газоперерабатывающей отраслях, в пищевой промышленности, энергетике, системах очистки сточных вод.

«МКФ «Энерго»» предлагает также линейку центробежных герметичных насосных агрегатов с гильзованным интегрированным электродвигателем, а также широкий ряд объемных герметичных насосов: мембранных, перистальтических. Компания имеет возможность поставок различных химических, общепромышленных, пищевых, сточных (фекальных) и других специальных агрегатов.

В нынешних выставочных мероприятиях дебютировало одно из ста-

рейших кавказских предприятий ОАО «Завод им. Гаджиева» (г. Махачкала, Республика Дагестан). Его изделия по своим техническим характеристикам и качеству вполне соответствуют самым высоким международным стандартам, что подтверждается экспортом насосного оборудования в 38 стран мира. Завод выпускает насосы для судостроения и угольной промышленности, строительного комплекса и сельскохозяйственного производства, систем функционирования ГЭС, ТЭЦ и нефтеперерабатывающих предприятий.

Номенклатура предлагаемых агрегатов включает в себя, в частности, серийную группу центробежно-вихревых самовсасывающих насосов НЦВСМ для перекачивания пресной и питьевой воды; насосные установки УННтр для систем ирригации, орошения и откачки воды из котлованов, траншеевых траншей и иных водое-

мов. Поставляются также центробежные горизонтальные консольные одноступенчатые насосы НЦКГ для подачи высокотемпературного конденсата и дистиллята, а также рассолов (или морской воды).

Над модернизацией и совершенствованием выпускаемого оборудования целенаправленно работают инженеры Талнахского механического завода (г. Тула) — известного поставщика **дозировочных электронасосных агрегатов**. В Москве специалисты предприятия показали образцы герметичных мембранных насосов с дистанционным управлением, которые служат для объемного напорного дозирования нейтральных, агрессивных, токсичных и вредных жидкостей, эмульсий и суспензий с различной кинематической вязкостью и плотностью. Герметичность таких высокопроизводительных насосов обеспечивается наличием свободно колеблющейся мембраны из фторопласта, разделяющей проточную часть и приводную маслonaполненную камеру с движущимся в ней плунжером. Отсутствие подвижного уплотнения в проточной части предотвращает возможную утечку перекачиваемого продукта.

В зависимости от конструкции привода, величины подачи и предельного давления агрегаты могут иметь одностороннее или оппозитное расположение рабочего органа — одной или двух мембранных головок с регулированием суммарной подачи. Завод предлагает также синхродозировочные насосные агрегаты, которые могут быть укомплектованы двумя насосами серии ДА. (Одним из них может быть плунжерный.) При этом мощность электродвигателя будет соответствовать наиболее мощному из насосов.

Евгений Каршилов,
фото автора

Подписной индекс еженедельника «Снабженец»
в каталоге агентства «Роспечать» — 32699
в Объединенном каталоге «Пресса России. Подписка-2010» — 29260