

Т. В. Максимов, В. А. Максимов, А. Г. Егоров

ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ И ПРОИЗВОДСТВА КОМПРЕССОРНОЙ ТЕХНИКИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ

Ключевые слова: компрессоростроение, пакеджер, сервис, унификация, стандартизация.

Отмечается обострение конкурентной борьбы между фирмами – поставщиками, совершенствование продукции, развитие специализированных фирм – пакеджеров и стандартизации.

Key words: compressor engineering, "packager", servicing, unification, standardization.

There is growing competition between firms, product development, development of specialized firms – "packagers" and standardization.

Компрессоростроение в значительной степени определяет технический уровень, энерговооружённость и эффективность топливно-энергетического, химического, машиностроительного и других народно-хозяйственных комплексов. По объёмам потребления на мировом рынке компрессоры среди всех других видов машин уступают только двигателям и насосам. Ежегодно промышленностью выпускается более 100 млн. компрессоров. Их производство в целом на мировом рынке не испытывает существенных колебаний из-за широкого использования в самых различных областях экономики. На привод компрессоров в промышленно развитых странах затрачивается до 20% всей вырабатываемой электроэнергии [1, 2].

Компрессорное оборудование все большее применение находит в следующих сферах:

- при добыче газа, его транспортировке, подготовке к транспортировке и хранении в подземных хранилищах. Например, в ОАО «Газпром» работает 4100 газоперекачивающих агрегата суммарной мощностью 44 млн. кВт при протяженности трубопроводов 155 тыс. км. [3];
- в установках по сжижению природного и сбору попутного нефтяного газа и их транспортировке;
- в энергетических газотурбинных установках для дожигания топливного газа и его подачи в камеру сгорания;
- в энергетике на газотурбинных электростанциях с сезонным аккумулированием энергии путем сжатия воздуха и закачивания его в подземные хранилища с последующим использованием его энергии с помощью турбодетандеров в период сезонных пиковых нагрузок;
- в очистных сооружениях и при проведении других природоохранных мероприятий и т.п.;
- в лазерной технике.

В стоимостном выражении в объёмах потребления компрессорного оборудования преобладают топливно-энергетический комплекс, химическая и нефтехимическая промышленность и металлургия.

По многим статистическим данным основная часть спроса (55-65%) на компрессоры приходится на

обновление парка; 25-35% машин идёт на новое капитальное строительство, 7-12% – на комплектацию продукции машиностроения (буровое оборудование, экскаваторы, тепловозы и др.) [2].

За рубежом 90% производства компрессоров приходится на США, Англию, Германию, Францию, Италию, Японию, Швейцарию и Швецию, т.е. на промышленно развитые страны. Имеет место высокий уровень монополизации и концентрация производства. Например, на долю 4-5 крупнейших изготовителей приходится 45-50% всего производства в стране. Однако характерным является также значительное число небольших предприятий, продукция которых успешно конкурирует на мировом рынке. Например, в США общее число компрессоростроительных фирм достигает 200.

За последние годы возрастает также роль фирм Индии, Бразилии, Испании, Южной Кореи и других индустриальных стран.

Компрессоростроение промышленно развитых стран характеризуется высокой ориентированностью на *внешний рынок*. Доля экспорта компрессоров (% от общего объема производства) из США и Англии составляет 30...40%, из Франции – 35...40%, из Германии – 60...70%. Доля экспорта компрессоров из России оценивается в пределах 3...13%. При этом следует иметь в виду, что на уровне экспорта сказывается не только технический уровень, но и отсутствие сети технического обслуживания, слабое развитие маркетинговых служб, языковые барьеры и другие факторы.

На современном этапе компрессоростроение в целом характеризуется обострением *конкурентной* борьбы между фирмами-поставщиками, интенсивным *совершенствованием* продукции, быстрой реакцией на возникновение *спроса* в новых сферах производства, широким распространением *аренды* компрессоров фирмами-поставщиками, развитием *специализированных* фирм, осуществляющих сервисное обслуживание компрессоров, широким внедрением автоматизированных систем проектирования компрессоров и автоматизированной организацией производства.

В последнее десятилетие прослеживается тенденция объединения компрессоростроительных фирм. Компании, традиционно занимавшиеся

разработкой, изготовлением, поставкой и сервисным обслуживанием компрессорной техники почувствовали потребность в объединении накопленного научно-технического и технического опыта для того, чтобы выжить в конкурентной борьбе.

GHH-BORSIG, фирмы MAN GHH (Оберхаузен) и Doutsch Babcock-Borsig (Берлин), в результате многих перепетий с 1.03.96г. объявили о создании новой фирмы GHH Borsig Turbomachinery GmbH (г. Оберхаузен, Штеркраде). Новая компания будет действовать из этих городов. В производственную программу вошли осевые, центробежные, винтовые компрессоры, паровые и газовые турбины в составе электрогенераторных установок или в виде отдельных механических приводов, одно- и многоступенчатых турбодетандеров в качестве механических приводов, а также системы автоматического управления и аварийной защиты. Фирма имеет штат 1100 человек в Оберхаузене-Штеркраде и 400 в Берлине. А ещё раньше, в октябре 1991г., Deutsche Babcock Borsig AG (Берлин) объединилась с CKD Kompressory (Прага).

Также Маннесман Демаг АГ, поглотила американскую компанию Делаваль и образовалась новая транснациональная компания, которая объединила ноу-хау 150 - летний опыт разработки и производства турбомашин двух мощных фирм: немецкой Демаг и американской Делаваль.

В 1990 году произошло объединение двух крупнейших, достигших наибольших успехов в научно-техническом прогрессе и производстве турбомашин – американских фирм Дрессер Индастриз и Ингерсол Рэнд, создавших компанию по производству компрессоров и турбин Дрессер-Рэнд Турбо Продактс Дивизон. Атлас Копко Интернешнл – это огромный международный концерн, заводы которого расположены в Европе (в разных странах) и в США. Концерн поглотил в последние десять лет таких известных производителей детандеров и холодильной техники, как Линде (Германия) и Ротофлоу (США).

В 1997 году стало известно, что фирма Купер Индастриз вошла в концерн «Катерпиллер». А пятью годами раньше в этот концерн вошла фирма Слар. В 1987 году объединились швейцарские фирмы Зульцер и Эшер Вис. В «одинокестве» осталось очень небольшое количество известных крупных фирм «Эллиот» США, «Нуово-Пиньоне» Италия, «Темодин» и «Альстом Атлантик Рато» Франция. Но нужно отметить, что все эти фирмы уже совсем другие с огромным научно-техническим потенциалом.

В результате конкурентной борьбы за последние годы с рынка исчезли также такие бывшие гиганты компрессоростроительной промышленности, как Wortigon, Joy и многие другие, уступив место новым фирмам, более динамично реагирующим на новые требования рынка. На НИОКР в этих фирмах ежегодно направляется в среднем 5% от сумм продаж.

Фирма «Альстом Атлантик Рато» является лидером и монополистом в области создания малорасходных герметичных с встроенным быстроходным электродвигателем на газовых подшипниках центробежных компрессоров для

научно-исследовательских институтов в области ядерной энергетики, а так же мультипликаторных компрессоров для сжатия пара в циклах выпаривания для конденсации продуктов и концентрации растворов на молочных комбинатах, сахарных заводах, спиртовых заводах, бумажной промышленности химических, нефтехимических заводах и т.д. В этих установках для выпаривания влаги из раствора используется энергия сжатия мазута и подогрева водяным паром.

Метод экономии тепловой энергии путём применения механической компрессии далеко не нов и был запатентован ещё в 1830г. Но первая промышленная установка была пущена на сахарном заводе во Франции только в 1945г.. Низкая стоимость нефти до нефтяных кризисов 1973 и 1978 гг. не востребовала этот метод.

В настоящее время это стало актуальным во всём мире и в России особенно, стали считать деньги.

Средняя длительность цикла «исследования-разработка-внедрение» для новых типоразмеров и модификаций выпускаемых видов компрессоров (расширение области применения изделий в рамках освоенных полей параметров) составляет 1...2 года.

На компрессорных фирмах промышленно развитых стран сильно развита предметная и технологическая специализация и кооперация с фирмами, изготавливающими литье, поковки и комплектующие изделия (клапаны, фильтры, газоохладители, уплотнения, осушители, ресиверы и т.п.). На собственно компрессоростроительных заводах в основном выполняются механическая обработка, сборка, испытания. Это способствует повышению технического уровня и конкурентоспособности выпускаемых компрессоров. Одновременно достигается высокий уровень отраслевой специализации предприятий. Например, в США 88...90% всех компрессоров изготавливается на специализированных заводах, причём доля специализированной продукции на них (компрессоров) составляет в среднем 87% их общей мощности.

Необходимо отметить, что уникальность каждого изготавливаемого центробежного компрессора вынуждает заказчика поддерживать прямой контакт с производителем компрессора на протяжении всей эксплуатации компрессорной установки. Относительно небольшой выпуск центробежных компрессоров (промышленных) позволяет производителям проектировать и поставлять заказчику не только компрессор, но и всю компрессорную установку, полностью неся технические и коммерческие гарантии за установку.

Ситуация с поршневыми и винтовыми компрессорами сложилась иным образом. Количество производимых установок каждый год настолько велико, что заставляет изготовителей оборудования сосредоточиться только на собственном оборудовании, его стандартизации, усовершенствовании. Полную ответственность за компрессорную установку несёт *пакеджер*. Важным отличием между производителем оборудования (производителем компрессоров) и хорошим

пакеджером является граница или объем поставки. Пакеджеры компрессоров поставляют комплексные компрессорные системы, которые полностью собираются и испытываются на заводе-изготовителе, и поставляются в максимальной сборке заказчику (в зависимости от транспортных возможностей площадки), что сокращает время монтажа и пуско-наладки на площадке.

На сегодняшний день на рынке российские пакеджеры практически отсутствуют. Наибольшее развитие это направление получило в США и Канаде. Фирмы-пакеджеры в основном специализируются на сборке и монтаже компрессорных установок на сварных рамах и салазках с использованием готовой продукции производителей компрессоров, дизелей, турбин, электродвигателей, газоохладителей, фильтров, сепараторов, осушителей и т.п. Технологические достижения и производственные возможности ряда таких фирм-пакеджеров позволяют по требованию заказчика поставлять в моноблочном виде компрессорные установки или станции массой до 400 тонн. Наиболее типичной областью моноблочного исполнения для нефтегазовой отрасли являются установки массой до 40...60 тонн, длиной 8...10 м, шириной 4...5 м., высотой 4...4,8 м, мощностью (5...6) МВт. Это освобождает компрессоростроительные фирмы от ряда несвойственных им функций и позволяет концентрироваться на конструктивно-техническом усовершенствовании собственно компрессоров и обновлении их моделей.

Новой тенденцией является также возникновение и развитие специализированных *сервисных* фирм по техническому обслуживанию средних и крупных компрессорных установок, их реконструкции, ремонту, модернизации. Интересно отметить, что рынок сервисных услуг растёт быстрее рынка продаж самого оборудования. Дело в том, что удельная стоимость запасных частей компрессоров в пересчёте на единицу массы на мировом рынке в 2...4 раза превышает удельную стоимость собственно компрессорного оборудования. Поэтому данное направление бизнеса, ставшее самостоятельным, характеризуется высокой прибыльностью.

В условиях расширения международной торговли, экономических и научно-технических связей между различными странами одним из важнейших факторов развития компрессоростроения является развитие международной *стандартизации* с целью унификации терминологии, технических и экономических требований к оборудованию, методам испытаний, безопасности, требований к качеству сжатого газа или воздуха, правил эксплуатации и т.п. Стандарты в области компрессоростроения разрабатывают технические комитеты Международной организации по стандартизации (ISO), Европейская организация производителей компрессорного и пневматического оборудования (Pneurop), Комитет по стандартизации (CEN) Европейского экономического сообщества. Кроме того, ряд национальных стандартов промышленно развитых стран и отдельных авторитетных организаций (например, стандарты API –

Американский Нефтяной Институт) признаются на уровне международных. При этом наблюдается тенденция, которая особенно отчётливо проявляется в Европе: постепенно сокращаются работы по национальной стандартизации в рамках отдельных стран, а основные усилия и средства (до 80% и более) направляются на международную стандартизацию. Ряд стран, например, Дания, вообще отказались от разработки национальных стандартов, полностью переключившись на участие в работах по международной стандартизации.

Активность российских компрессоростроительных предприятий в области международной стандартизации остаётся весьма низкой. В то же время некоторые предприятия, например ОАО «Казанькомпрессормаш», аттестованы по международному стандарту ISO 9001-2008 «Система менеджмента качества предприятия», а техническая документация разрабатывается в основном в соответствии со стандартами API.

Активизация в этом направлении в значительной мере способствовала бы повышению технического уровня, безопасности и конкурентоспособности отечественного компрессорного оборудования, интеграции в мировое промышленное развитие, опережающему информационному обеспечению (о вновь разрабатываемых нормах, стандартах, требованиях, правилах), оперативному использованию прогрессивных показателей зарубежных стандартов, а также учёту интересов российских *производителей и потребителей* компрессорного оборудования в новых нормативных документах.

Общими техническими направлениями, характерными для развития всех конструктивных типов компрессоров, кроме упомянутых, являются:

1. Наиболее стремительно развивается направление многовалвных мультипликаторных центробежных компрессоров (ЦК). Ещё недавно эти компрессоры получали широкое распространение лишь как общего назначения для сжатия воздуха с низкими затратами энергии. Сейчас освоены мультипликаторные компрессоры практически для всех промышленных газов: лёгких, тяжёлых, горючих, ядовитых и взрывоопасных на давление до 200 кгс/см² (со степенью повышения давления 200) и производительностью от 600 до 350 000 м³/час.

2. Для всех практически фирм характерны развитие унификации, стандартизации и модульных принципов, типоразмерные ряды с малым шагом между базовыми компрессорами.

Ведущие фирмы, как правило, имеют три унифицированных типоразмерных ряда: ЦК с горизонтальным разъемом; ЦК с вертикальным разъемом корпуса и ЦК многовалвные мультипликаторные.

ОАО «Казанькомпрессормаш», кроме унифицированных рядов ЦК, имеет ряды винтовых компрессоров сухого сжатия и маслозаполненные, холодильные, спиральные, а также на все основные агрегаты и узлы;

3. Моноблочность исполнения компрессорных установок, монтаж и наладка их в

заводских условиях; создание моноблочных агрегатов на виброизолирующих опорах, не требующих специального фундамента;

4. Сокращение занимаемой компрессорной установкой производственных площадей. В частности, для установок небольшой мощности за счёт расположения компрессора над двигателем и применения клиноременной передачи.

В поршневых компрессорах мощностью до 150 кВт наблюдается возврат к вертикальному исполнению;

5. Комплектация воздушных компрессоров осушителями в связи с повышением требований к качеству сжатого воздуха;

6. Расширение выпуска компрессоров с утилизацией тепла сжатия;

7. Компрессорные установки, как правило, выпускаются в шумозаглушённом исполнении. Звукоизолирующие кожуха в случае стационарных машин воздушного охлаждения одновременно выполняют функции элемента системы утилизации тепла;

8. Оснащение компрессорного оборудования средствами технической диагностики и микропроцессорной техники;

9. Идёт переход на смазку синтетическими и полусинтетическими маслами, что снижает пожаровзрывоопасность и загрязнённость сжимаемого газа продуктами разложения минерального масла. Параллельно идёт широкий выпуск поршневых компрессоров без смазки цилиндров и уплотнений штоков (фирма «Барренс» (РФ) и др.);

10. Важнейшим направлением остаётся повышение КПД компрессоров, особенно при работе на нерасчетных режимах. Нужны эффективные методы регулирования. Например, разработана система регулирования ЦК одновременным поворотом лопаток входного направляющего аппарата (ВНА) и лопаточного диффузора (ЛД) по определённому закону;

11. Устойчивым остаётся тенденция по использованию в ЦК сухих газодинамических уплотнений и активных электромагнитных

подшипников (АЭМП);

12. В мире 80...90% воздушных компрессоров общего назначения выпускаются производительностью до 1...2 м³/мин. Общая потребность во всех видах компрессоров, включая гаражные, бытовые, сельскохозяйственные, навесные тракторные, для малых предприятий оценивалась в 600...700 тыс. штук в год (без холодильных). В настоящее время наблюдается рост спроса на эти компрессоры в связи с децентрализацией компрессорных станций крупных предприятий (потери в трубопроводах составляют до 30%) и развитием малых и средних предприятий;

13. Непрерывная модернизация и реконструкция производства, совершенствование технологии изготовления;

14. Хорошо поставленный сервис у потребителя. Разветвлённая сеть представительств;

15. Непрерывная работа по созданию научно-технического задела;

16. Высокая отдача на одного работающего, т.е. рост производительности труда;

17. Хорошо поставленная реклама.

Литература

1. Максимов, В.А. Компрессорное и холодильное машиностроение на современном этапе / В.А. Максимов, А.А. Мифтахов, И.Г. Хисамеев. // Вестник КГТУ. – 1998г. – №1. – С.104-113.
2. Сафин, А.Х. Тенденции в технико-экономической структуре производства и развитии компрессорного оборудования / А.Х. Сафин // Компрессорная техника и пневматика. – 2002г. – №2. – С.4-9.
3. Шайхутдинов, А.З. Разработка и модернизация газоперекачивающих агрегатов с газотурбинным приводом / А.З. Шайхутдинов. – Казань. изд. ООО «Слово», 2007. – 339с.
4. Баткис Г.С. Опыт модернизации и восстановления центробежных компрессоров и нагнетателей ОАО "Казанькомпрессораш" и ЗАО "НИИтурбокомпрессор им. В.Б. Шнеппа" / Баткис Г.С., Ахметзянов А.М., Грохотов И.Р., Кравченко Ю.А. и др. // Вестник Казанского технологического университета. – 2011. – №17. – С.151-155.