

ликаций своих материалов в изданиях ОО «БОИМ» и получении заказов на выполнение договорных работ.

Членам ОО «БОИМ», опубликовавшим свои материалы объемом свыше 2 страниц в журнале «Инженер-механик», выдается авторский экземпляр журнала.

Я сознательно делаю упор на роли журнала «Инженер-механик» не только для ОО «БОИМ», но и для республики в целом. На фоне изобилия изданий, начиная с аэробики, экзотики и эротики техническая тематика сегодня выглядит бедно и примитивно. Без пре-

увеличения можно констатировать кризис этого жанра. Мы это особенно ощущаем по запросам из мест. Техническая литература, изданная при Союзе, уже износилась физически или устарела морально. Особенно это касается всевозможных правил по эксплуатации оборудования и систем, которые к этому времени значительно изменены и усовершенствованы. Образовавшийся пробел ОО «БОИМ» стремится частично заполнить публикациями ученых и специалистов республики в журнале «Инженер-механик» и изданием книжек в помощь персоналу, связанному с эксплуатацией техники.

Обмен мнениями на страницах журнала и на проводимых семинарах обязательно посетит зерна новых идей, обогатит друг друга опытом, поможет в решении постоянно окружающих нас проблем. Чтобы узнать мнение специалистов о качестве проводимых ОО «БОИМ» мероприятиях и их пожелания на дальнейшее, мы попросили бы участников семинара и наших читателей прислать нам свои замечания.

Тезисы докладов участников семинара приводятся ниже.

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОМПРЕССОРОВ ПРИРОДНОГО ГАЗА В ГАЗОТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМАХ



*В.М. КОРОТКЕВИЧ,
начальник производственного
отдела по эксплуатации
компрессорных станций
государственного
предприятия «Белтрансгаз»*

Газотранспортная система Беларуси представляет собой разветвленную сеть трубопроводов, компрессорных, газоредуцирующих и газоизмерительных станций, подземных хранилищ газа. Она включает 3550 км газопроводов (в «однониточном» исчислении 8 компрессорных и 24 автомобильных газонаполнительных станций, а также сотни газоперекачивающих агрегатов, газоредуцирующих станций, обслуживающих сеть, и 2 подземных хранилища газа. Она обеспечивает внутреннее потребление газа в Беларуси около 16 млрд. м^3 в

год. Еще больший объем его потребления за западной границей Беларуси.

Естественно, без мощных технологических компрессоров невозможно подавать большие потоки газа на большие расстояния. Газ, принятый в Орше из газотранспортной системы России с давлением 38-40 атмосфер, не «докатится» сам до потребителей Литвы, Польши, Калининградской области России и Украины.

В качестве приводных двигателей компрессоров, как правило, используются мощные (4,0 и 12,5 МВт) синхронные электродвигатели, газотурбинные установки от 6 до 16 МВт и газовые двигатели внутреннего сгорания мощностью от 0,8 до 1,2 МВт. Газотурбинные установки

и газовые двигатели в качестве топлива используют природный газ, транспортируемый по магистральному газопроводу. Кстати, этот факт является определяющим при выборе привода технологических компрессоров для нового строительства и при реконструкции компрессорных станций. Владелец газопровода, как правило, всегда предпочитает независимость от внешнего энергопитания и выбирает газотурбинный или газомоторный привод.

Технологический турбокомпрессор — это, как правило, однокорпусная машина (рис. 1) с двухступенчатым ротором, поддерживаемым на двух встроенных в корпус и крышку корпуса подшипниках скольжения. Проточная часть современных турбокомпрессоров дополняется входным лопаточным аппаратом, промежуточным и концевым лопаточными диффузорами, чем достигаются вполне приличные политропные КПД компрессоров на уровне 84-88%. Сам по себе компрессор представляет механизм повышенной опасности, а при перекачке горючего газа его потенциальная

опасность возрастает многократно. Поэтому особо важными устройствами компрессоров являются концевые газовые уплотнения, предназначенные для блокирования природного газа внутри корпуса. Это гидравлические (масляные) щелевые уплотнения особой конструкции, в которых блокировка газа достигается подачей масла с давлением на несколько атмосфер больше, чем давление в компрессоре. Соблюдать такой режим непросто.

Эта проблема породила появление “сухих” уплотнений, то есть без подачи в них масла высокого давления. Такое обстоятельство объясняется тем, что многим потребителям природного газа в качестве химического сырья противопоказаны какие-либо минеральные или синтетические примеси и, что, по-видимому, самое главное – это высочайшая надежность и безопасность “сухих” уплотнений. Их ресурс достигает 20 тысяч часов.

Для технологического турбокомпрессора важными являются следующие его характеристики: внутренняя мощность, объемная или массовая подача, напор или отношение давлений, рабочее давление, рабочая частота вращения ротора, политропный КПД

Часть перечисленных параметров хорошо объединяется на важнейшей расходно-напорной характеристике компрессора (рис. 2). В рабочей точке проектант

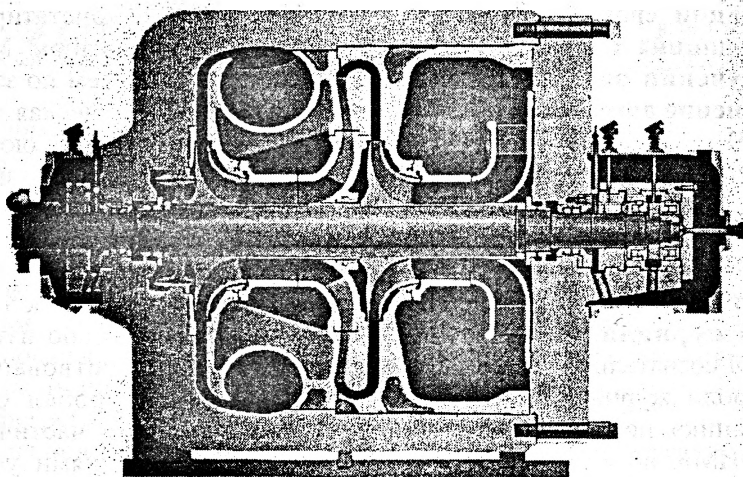


Рис. 1. Продольный разрез типового двухступенчатого турбокомпрессора природного газа.

компрессора добивается наивысшей экономичности и номинальных значений внутренней мощности компрессора и его подачи (производительности). На указанной характеристике обозначено поле функционирования компрессора с изодромными от 70 до 105% от номинальной частоты вращения и линией “Граница помпажа” слева и линией крайней неэффективности (политропный КПД менее 45%). Эту линию французские производители компрессоров называют “линией заклинивания” или “каменной стеной”. Здесь скорости газа на выходе из рабочего колеса приближаются к звуковым со всеми вытекающими отсюда последствиями – огромными потерями.

Другими важными характери-

стиками компрессора являются взаимозависимости его внутренней мощности, выходного давления, политропного КПД при различных частотах вращения ротора от подачи газа через компрессор (рис. 3).

Постоянное совершенствование конструкции и систем управления обеспечивает сегодня надежную эксплуатацию компрессоров. Отслеживаются давление и температура масла в подшипниках, газа на всасывании и нагнетании, контролируются такие важные параметры как вибрация, расцентровки, заедания в сопрягаемых деталях муфт, неравномерность роторов и муфт, натяги и зазоры в подшипниках.

Управление отсечной запорной арматурой в технологической обвязке, управление наполнительными, выпускными и рециркуляционными кранами (клапанами) также осуществляется дистанционно и автоматически.

И все же, ресурс современных турбокомпрессоров, к сожалению, продолжает оставаться на уровне 100 тысяч часов. Никто из производителей их в Содружестве Независимых Государств – Сумское научно-производственное объединение им. Фрунзе, Компрессорный комплекс Невского завода, Ленинградский металлический завод, Уральский турбомоторный завод - не сумел преодолеть этот рубеж.

На газопроводах ОАО “Газпром” сегодня эксплуатируются компрессоры практически

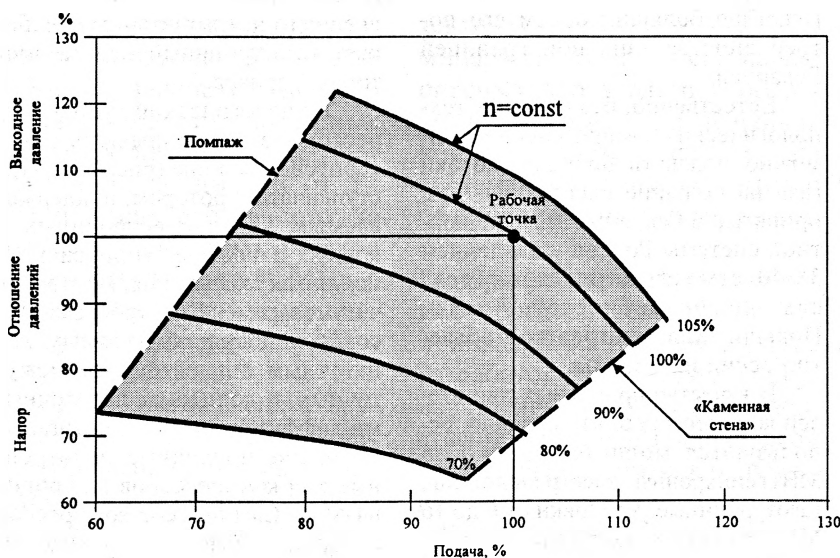


Рис. 2. Расходно-напорная характеристика турбокомпрессора.

всех современных фирм-производителей: “Купер-Бессемер”, “Дрессер-Рэнд”, “Нуово-Пиньоне”, “Солар”, но и они не улучшили этот показатель.

В результате средний ремонт компрессора планируется проводить после наработки 12 тысяч часов, а капитальный – после наработки 24 тысяч часов, то есть почти раз в три года.

Однако при умелой эксплуатации достигается наработка на отказ 10-15 тысяч часов, а технический (между капитальными ремонтами) ресурс – до 60 тысяч часов, среднее время восстановления после отказа – 8 часов, трудоемкость технического обслуживания и ремонта на один машино-час работы – 0,037-0,045 человеко-часов.

Характерными отказами компрессоров в тяжелых условиях работы (грязный газ, вода и газовый конденсат в газе, возможность помпажа, работы в нерасчетной рабочей точке, обусловленной отклонениями в режимах транспортирования газа) являются: эрозийный износ лопаток и дисков рабочего колеса, откалывание фрагментов рабочего колеса от материковой его части, разрушение вала ротора в месте посадки на него рабочего колеса, повышенная вибрация обвязочных маслопроводов высокого давления, потеря герметичности уплотнений, разгерметизация корпуса по фланцам на всасывании и нагнетании, осевой сдвиг ротора при работе компрессора в помпажной зоне, разрушение проточной части вследствие попадания в нее посторонних предметов из газопровода.

Причинами перечисленных отказов могут быть конструктивно-производственные дефекты и отказы, обусловленные нарушениями правил монтажа и эксплуатации (эксплуатационные отказы).

Например, разгерметизация корпуса компрессора почти всегда связана с недопустимым влиянием технологических обвязочных газопроводов на фланцы компрессора. Это происходит после грубых ошибок при сварке так называемых “индикаторных” стыков между компрессо-

ром и обвязкой или при плохом качестве опор под трубопроводы или фундаментов под агрегат. Бывали и, наверное, мы впредь не застрахованы от попадания посторонних предметов на всас компрессор. Поэтому стали предусматривать установку в подводящем газопроводе так называемых защитных решеток в непосредственной близости от всасывающего фланца. В прошлом году после 20 лет эксплуатации компрессорного цеха на компрессорной станции в п. Михановичи Минского района мы демонтировали защитные решетки и с ужасом увидели, как в компрессор крайней в цеху машины полетели железные обломки, оставшиеся в подземных газопроводах. На всас в компрессор “прилетел” железный пятикилограммовый ящик, в котором монтажники сушили электроды и забыли его в укромном месте межцеховых технологических коммуникаций.

Турбокомпрессоры, как сложно-техническое и крайне необходимое в транспортировке газа средство, постоянно находятся в поле внимания эксплуатационников. Конечно, столько внимания компрессорам, как приводным газотурбинным установкам, не уделяется. Все конструкторские работы сводятся, как правило, к тому, что устанавливают на уже

эксплуатируемых компрессорах “сухие уплотнения”, переводят компрессоры на магнитный подвес, то есть опорные и упорный подшипники делают электромагнитными.

В городе Тольятти ОАО “Газпром” располагает уникальным опытно-экспериментальным компрессорным цехом, где специалисты различных предприятий проводят доводку указанных узлов до стандарта. Нарботка магнитного подвеса и “сухого уплотнения” на ГПА-Ц-16 в Тольятти составляет уже десятки тысяч часов. Газотранспортное предприятие “Львовтрансгаз” на Украине с прошлого года начало эксплуатацию “сухих уплотнений” германского производства. Фирма “Грейс” в городе Сума начала изготовление комплектов “сухих уплотнений” для “Тюменьтрансгаза” в Сибири. Вновь вводимый в эксплуатацию ГПА-Ц-16С на газопроводе Ямал-Европа имеет конструктивную возможность замены гидравлического уплотнения на “сухое” разработки ВНИИКомпрессормаша (г. Сумы) и фирмы “Грейс”.

Несколько лет назад, увлеченные передовым техническим решением, мы в течение года пытались внедрить разработку Института ядерных исследований – “сухое уплотнение” для турбокомпрессора типа 280-12-7 производства Хабаровского завода “Энергомаш” по чертежам Невского завода. Сложность вопроса заключалась в том, что одноступенчатый ротор указанного компрессора представлял собой консоль по отношению к подшипникам, на которую невозможно было надеть втулки “сухого уплотнения”. Их пришлось делать разрезными. Многочисленные и трудоемкие доработки так и не привели нас и разработчика к положительному результату.

Сегодня мы имеем несколько предложений от разработчиков и изготовителей “сухих уплотнений” (Бургман, Грейс, СМНПО им. Фрунзе), но по некоторым причинам не можем начать эти работы.

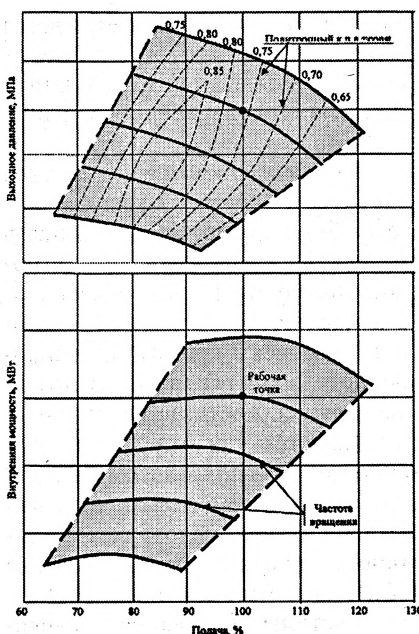


Рис. 3. Характеристика мощности и экономичности турбокомпрессора.