

Модернизация системы уплотнений турбоагрегата в производстве этилена

С.Л. Шамеко (ООО «ТурбоРеф Инжиниринг»), Р.М. Суфиянов (ПАО «Казаньоргсинтез»)

ООО «ТурбоРеф Инжиниринг» – активно развивающаяся компания, направлением деятельности которой являются новые разработки и решения в области динамического оборудования. Одним из таких решений стала реконструкция турбоагрегата, эксплуатируемого на производственной площадке ПАО «Казаньоргсинтез». Реконструкция направлена на усовершенствование существующей системы уплотнений агрегата с целью полного исключения попадания турбинного масла со стороны подшипниковых узлов машины в товарный этилен.

В ПАО «Казаньоргсинтез» эксплуатируется турбокомпрессорное оборудование как импортного, так и отечественного производства. В связи с длительным сроком эксплуатации и редким обновлением парка компрессорного оборудования возникают проблемы, связанные с ненадежной работой турбоагрегатов, кроме того, многие машины работают с повышенным потреблением энерго-ресурсов. Одной из важнейших задач для предприятия является повышение качественного уровня уплотнительных систем турбинного оборудования, что напрямую ведет к многократному снижению утечек смазочного масла, а также устранению попадания масла в процессный газ. Сокращение потерь масла и повышение качества компримируемого продукта за счет отсутствия масла в нем позволит предприятию получить ощутимый экономический выигрыш.

В частности, на заводе этилена находится в эксплуатации турбоагрегат, предназначенный для сжатия и подачи этилена в схеме теплового насоса ректификационной колонны производства этилена (рис. 1). В течение всего периода эксплуатации турбомашин в товарном этилене, подаваемом на смежные производства, анализом определяется существенное наличие турбинного масла, что отрицательно отражается на технологическом процессе и качестве готовой продукции. Присутствие масла в товарном этилене обусловлено тем, что лабиринтные уплотнения, которыми оснащен нагнетатель, не могут в полной мере исключить попадание масла из зоны подшипников в процессный газ. Отметим, что в отечественном центробежном компрессоростроении для предотвращения утечек газовой среды классическим решением считается применение лабиринтных уплотнений [1, 2].

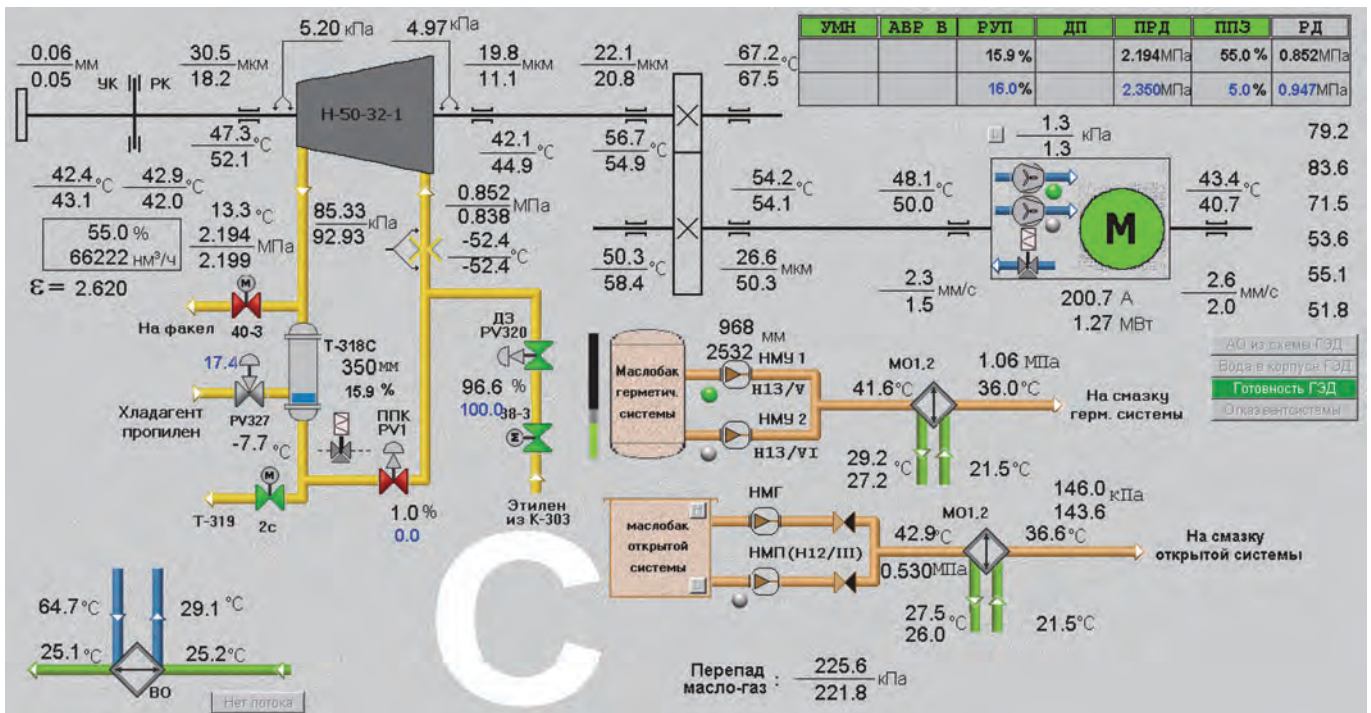


Рис. 1. Принципиальная схема турбоагрегата

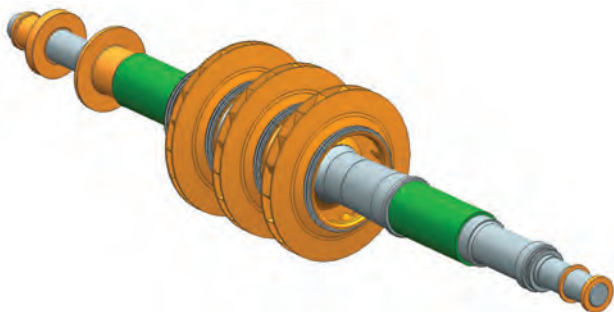


Рис. 2. CAD-модель реконструированного ротора

В штатной схеме поддержание перепада давлений газ-масло между разделительными полостями, образованными лабиринтными уплотнениями, и масляными полостями подшипников, осуществляется с помощью игольчатого вентиля в ручном режиме.

Унос масла из картеров подшипников машины приводит не только к резкому ухудшению качества готовой продукции, но и к повышенному расходу смазочного масла высокого давления.

Для исключения попадания в товарный этилен турбинного масла ООО «ТурбоРеф Инжиниринг» было предложено выполнить переоснащение нагнетателя современными уплотнениями, а также системой управления уплотнениями. Отметим, что современный уровень развития уплотнительной техники позволяет применить различные эффективные решения для каждой задачи [3, 4]. Выбор оптимального решения определяется конструктивными особенностями и технологическими условиями эксплуатации агрегата.

Анализ различных вариантов по усовершенствованию штатной системы уплотнений нагнетателя для сжатия этилена позволил ООО «ТурбоРеф Инжиниринг» предложить заказчику наиболее эффективное и оптимальное техническое решение. Определяющими критериями выбора являлось обязательное технологическое требование по исключению утечек со стороны подшипниковых узлов машины в область процессного газа, технологичность и надежность новой системы, а также максимальное использование штатных узлов и деталей нагнетателя.

Модернизация системы уплотнений турбоагрегата включает установку в корпус нагнетателя новых уплотнений со стороны всасывания и нагнетания машины, реконструкцию ротора нагнетателя и установку системы управления уплотнениями.

Замена штатных лабиринтных уплотнений новыми современными уплотнениями с «плавающими» кольцами «ESPEY» позволила в несколько раз уменьшить зазор между плавающим кольцом и вращающейся втулкой, что привело к существенному сокращению протечек запорного этилена в масло. Конструктивно новые уплотнения устанавливаются на места штатных лабиринтных уплотнений, для удобства сборки каждое уплотнение имеет горизонтальный разъем.

Реконструкция ротора предусматривает замену втулок под новые уплотнения с целью обеспечения точного минимального зазора, а также долговечной работы ротора за счет применения на втулках твердого противоизносного слоя.

Для подтверждения стабильной работы машины после реконструкции ротора был выполнен расчетный анализ критических частот вращения ротора с новыми втулками (рис. 2). Расчеты показали, что с новыми «навешенными» массами ротор имеет достаточный для нормальной работы запас по резонансным частотам вращения.

Работоспособность уплотнений обеспечивается применением в новой уплотнительной системе панели (стойки) управления. Панель управления спроектирована и изготовлена ООО «ТурбоРеф Инжиниринг» с учетом технологических особенностей эксплуатации агрегата и обеспечивает автоматическое регулирование на заданном уровне перепада давлений «газ-масло», а также выполняет функцию контроля основных рабочих параметров

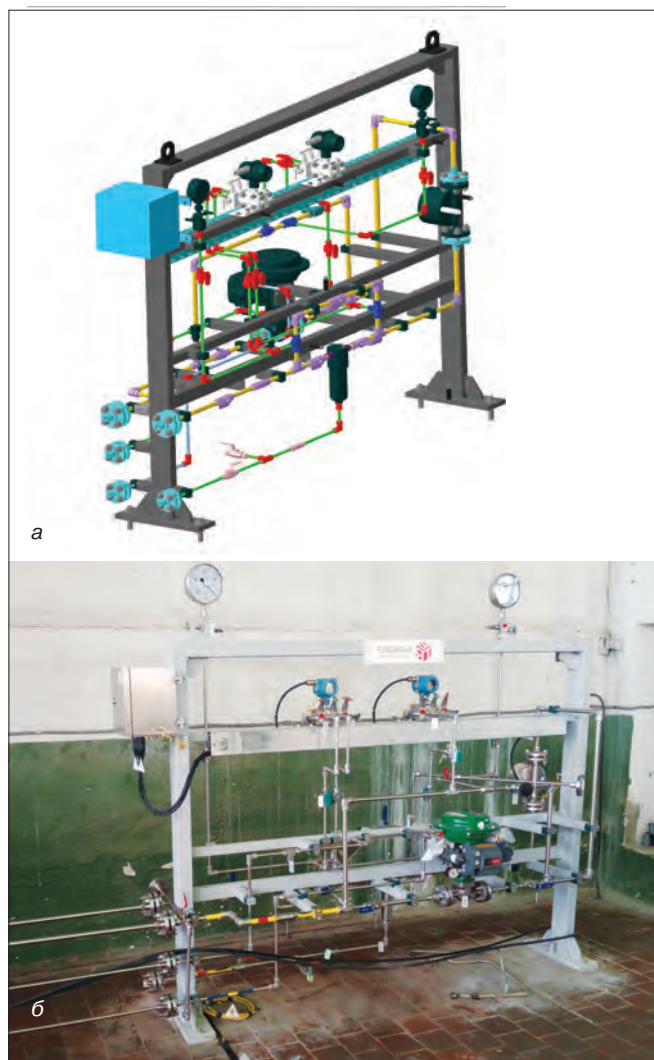


Рис. 3. Панель управления уплотнениями производства ООО «ТурбоРеф Инжиниринг»: а – CAD-модель б – на месте эксплуатации

ров системы, включая расход утечек. Перепад давлений газ–масло поддерживается постоянным независимо от изменяющегося давления масла в картерах подшипников нагнетателя. Значение расхода утечек свидетельствует о техническом состоянии уплотнений, поэтому при превышении значения уставки срабатывает предупредительная сигнализация САУ агрегата.

Стойка управления включает фильтр тонкой очистки, регулирующий клапан, расходомер, датчики перепада давления, показывающие приборы давления, а также систему трубок с комплектом фитингов, фланцев и запорно-регулирующей арматуры. Наряду с подбором основных комплектующих панели управления были определены расчетные диаметры условного прохода для разных участков труб стойки. В связи с изменением рабочих параметров запорного этилена в процессе протекания газа от входного до выходного фланцев панели (дресселирование этилена в регулирующем клапане и другие процессы) потребовалось точное определение свойств газа в широком диапазоне рабочих параметров. Термодинамические свойства этилена в требуемом диапазоне давлений и температур были определены по справочным данным [5]. Корректность полученных данных подтверждена расчетом с использованием уравнения состояния Бенедикта-Вебба–Рубина в модификации Ли–Кеслера [6].

Расположение панели предусмотрено в машинном зале в непосредственной близости от нагнетателя (рис. 3). Сигналы от основных параметров работы системы уплотнений интегрированы в САУ машины, что позволяет отображать значения расхода утечек, перепада давлений «газ–масло» и перепада давлений на фильтре на мнемосхеме модернизированного турбоагрегата. Привязка панели к нагнетателю, включая трубную обвязку между

нагнетателем и фланцами стойки, подвод воздуха КИП, а также работы по электрической части и привязке к САУ агрегата выполнялись силами ПАО «Казаньоргсинтез» совместно со специалистами ООО «ТурбоРеф Инжиниринг» в период планового остановочного ремонта цеха в сентябре – октябре 2017 г. Испытания агрегата под нагрузкой в течение 72 ч подтвердили положительные результаты выполненной модернизации.

Внедрение новой современной системы уплотнений турбоагрегата позволило полностью исключить попадание масла из подшипниковых узлов машины в товарный этилен. Таким образом, предприятию удалось существенно повысить качество готового продукта, а также сократить потери смазочного масла высокого давления. Не менее важным стало повышение уровня надежности агрегата в целом за счет оснащения машины современной уплотнительной системой, состоящей из высокотехнологичных комплектующих.

Список литературы:

1. Броверман М.В. Технология производства центробежных компрессорных машин. М.: Машгиз, 1960. 223 с.
2. Рис В.Ф. Центробежные компрессорные машины. М.-Л.: Машиностроение, 1964. 336 с.
3. Шнепп В.Б. Конструкция и расчет центробежных компрессорных машин. – М.: Машиностроение. 1995. – 240 с.
4. Х. Блох. Компрессоры. Современное применение. М.: Техносфера, 2011. 344 с.
5. Холодильная техника. Кондиционирование воздуха. Свойства веществ. Справочник/Под ред. С.Н. Богданова. СПб.: СПбГАХПТ, 1999. 320 с.
6. Ден Г.Н. Введение в термогазодинамику реальных газов. СПб.: Издательство СПбГТУ, 1998. 139 с.



Совет Главных Метрологов
нефтеперерабатывающих и нефтехимических
предприятий России и стран СНГ

Ежегодное отраслевое совещание главных метрологов

В период с 13 февраля по 16 февраля 2018г. состоится Совещание главных метрологов нефтеперерабатывающих и нефтехимических предприятий России и СНГ с участием специалистов научно-исследовательских и проектных институтов, фирм-производителей оборудования, инжиниринговых фирм. Совещание будет проводиться на базе ФГАУ «Объединенный дом отдыха «Клязьма», Московская область

Тема совещания: «Метрологическое обеспечение и автоматизация нефтеперерабатывающих производств в свете реализации стратегии построения цифровой экономики»

Приглашаем заинтересованные компании и фирмы к участию в совещании.

Подробности об условиях участия в совещании можно узнать в ООО «НТЦ при Совете главных механиков» по тел./факс: (495) 737-92-94, email: ntc@rsnasos.ru, www.sovet-npz.ru