

Модернизация и повышение эксплуатационной надежности турбокомпрессорного оборудования

ООО «ТурбоРеф Инжиниринг» — современная отечественная стремительно развивающаяся компания, направлением деятельности которой являются новые разработки и решения в области турбокомпрессорного оборудования. В частности, специалисты компании выполняют следующие работы: модернизация и повышение надежности центробежных компрессоров с электро и паротурбинным приводом отечественного и импортного производства, задействованных в различных технологических линиях; разработка и внедрение мероприятий по снижению энергопотребления турбокомпрессорного оборудования; проектирование, изготовление и внедрение в производство отечественного турбокомпрессорного оборудования по программе импортозамещения.

В.П. Самсонов,
ООО «ТурбоРеф Инжиниринг»,
г. Санкт-Петербург

В настоящее время на нефтеперерабатывающих и химических предприятиях актуальными являются вопросы повышения производительности и снижения энергопотребления динамического оборудования.

Для завода по производству этилена наша компания выполнила реконструкцию трех центробежных нагнетателей. Эти турбоагрегаты предназначены для сжатия и подачи этилена в схему теплового насоса ректификационной колонны производства этилена. 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 оснащены нагнетатели, не могут в полной мере исключить попадание масла из зоны подшипников в процессный газ.

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» предложил Заказчику наиболее эффек-

тивное и оптимальное техническое решение. Определяющими критериями выбора решения 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 нагнетателей.

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.

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.

Работоспособность уплотнений обеспечивается применением в новой уплотнительной системе панели управления (рисунок 1).



Рисунок 1. Панель управления системой уплотнений

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 системы, включая расход утечек.

Внедрение новой современной системы уплотнений турбоагрегатов 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 всех агрегатов в целом за счет оснащения машин современной уплотнительной системой, состоящей из высокотехнологичных комплектующих.

ООО «ТурбоРеф Инжиниринг» выполняет модернизацию нагнетателей нитрозных газов в производстве азотной кислоты. Центробежный нагнетатель предназначен для сжатия нитрозного газа и подачи его в технологическую линию производства слабой азотной кислоты. Нагнетатель имеет встроенный двухступенчатый турбодетандер, установленный на линии хвостовых газов.

Целью модернизации является:

- повышение производительности нагнетателя по нитрозному газу;
- изменение пропускной способности детандерной части агрегата;
- снижение удельного энергопотребления агрегата за счет повышения эффективности лопаток как компрессорной, так и турбинной части машины;
- повышение эксплуатационной надежности агрегата в целом.

Повышение производительности и КПД проточной части нагнетателя обеспечивается за счет установки модернизированного ротора (рисунок 2), новых турбинных и компрессорных диафрагм (рисунок 3), а также изменения профиля сопловых лопаток первой и второй ступеней детандера. При этом остаются неизменными корпус нагнетателя, приводной электродвигатель и маслосистема.



Рисунок 2. Ротор турбокомпрессора



Рисунок 3. Компрессорные диафрагмы

Новая проточная часть позволяет не только увеличить производительность нагнетателя по нитрозному и хвостовым газам, но и повысить надежность агрегата в целом.

Также ООО «ТурбоРеф Инжиниринг» выполняет модернизацию центробежного нагнетателя, используемого при перекачке попутного нефтяного газа.

Нагнетатель состоит из цилиндра низкого давления (ЦНД), цилиндра высокого давления (ЦВД), главного приводного электродвигателя (ГЭД), мультипликатора.

Со временем на станциях перекачки попутного нефтяного газа изменяется исходный состав газа, и, соответственно, его плотность при нормальных условиях. Она, как правило, снижается относительно номинальной по ТУ на поставку.

При работе на более «лёгком» газе происходит снижение конечного давления газа на выходе при заданном давлении на входе. В связи с этим на компрессорных станциях для повышения давления нагнетания часто применяется повышение давления на всасывании нагнетателя путём перепуска газа с нагнетания на всасывание через байпасный клапан. Также с падением плотности газа происходит рассогласование ступеней сжатия в проточной части нагнетателя. Всё это может существенно снижать эффективность компрессорного агрегата в связи с дополнительным количеством перепускаемого газа через байпас и снижением политропного КПД проточной части нагнетателя.

Также на компрессорных станциях перекачки нефтяного попутного

газа часто наблюдается уменьшение количества газа, подаваемого на станцию из подводящего магистрального газопровода. В связи с этим на станциях применяется перепуск газа с нагнетания на всасывание через байпасный клапан с целью увеличить количество рабочего газа в нагнетателе и не допустить его работу в помпажном режиме. Всё это существенно снижает эффективность компрессорного агрегата, увеличивая затраты потребляемой мощности в связи с дополнительным количеством перепускаемого газа через байпас.

Для решения вышеперечисленных проблем, снижающих эффективность компрессорных агрегатов и увеличивающих энергозатраты, предлагается комплекс мероприятий по модернизации нагнетателей.

Одними из основных мероприятий по модернизации нагнетателей является замена роторов ЦНД и/или ЦВД с установкой на них рабочих колёс изменённой конструкции, оптимизированной на новые параметры по составу и расходу рабочего газа, подаваемого на станцию.

Для увеличения КПД и напорности нагнетателя может предлагаться замена низконапорных диафрагм 3 ступени в ЦНД и 3 ступени в ЦВД, имеющих канальную конструкцию с литыми внутренними поверхностями, на новые диафрагмы сборной конструкции с лопаточными диффузорами и чистовой мехобработкой по всем внутренним поверхностям.

Для увеличения КПД и напорности нагнетателя может предлагаться установка промежуточного охлаждения рабочего газа после ЦНД в виде АВО газа с сепаратором, устанавливаемые на наружной площадке компрессорной станции.

При снижении плотности рабочего газа для увеличения его производительности и конечного давления в том случае, если штатная компрессорная установка имеет в мультипликаторе между ГЭД и ЦНД зубчатую передачу с пониженным передаточным отношением на частоту вращения ЦНД 5500 об/мин, может предлагаться замена указанной передачи на новую с повышенным передаточным

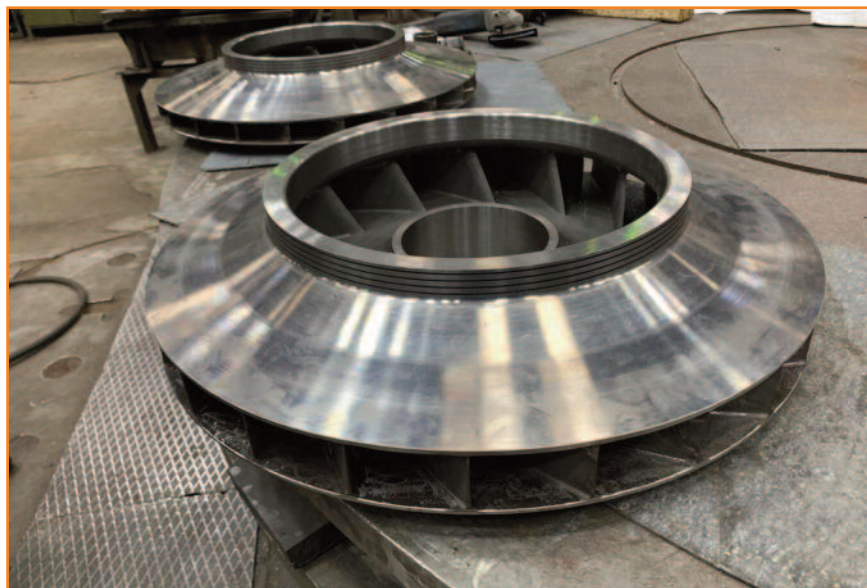


Рисунок 4. Рабочее колесо компрессора

отношением с частотой вращения 6470 об/мин в ЦНД.

Дополнительно с целью снижения безвозвратных потерь масла предлагается реконструкция маслосистемы компрессорного агрегата. Реконструкция маслосистемы заключается в замене штатно установленного бака загазованного масла (общего для всего нагнетателя) на 4 индивидуальные поплавковые камеры на каждом сливе. Поплавковые камеры позволяют отсечь полости загазованного масла в цилиндрах, находящиеся под давлением всасываемого газа, от сбросного трубопровода в атмосферу. Это позволяет избежать выброса газа под давлением с масляной капельной жидкостью в атмосферу, что имеет место в штатной конструкции с баком загазованного масла. Для отделения растворённого в масле газа после поплавковых камер на главный маслобак устанавливается газоотделитель, находящийся под атмосферным давлением, что позволяет избежать вытеснения капельной масляной жидкостью с газом ввиду отсутствия избыточного давления.

Также с целью повышения надёжности оборудования наша компания выполняет различные ремонты турбокомпрессорных агрегатов. Во время таких работ мы сталкиваемся с различными за-

дачами, такими как: изготовление новых рабочих колёс (рисунок 4), переклейка компрессорных колёс, переоблапачивание турбинных колёс (рисунок 5), замена изношенных деталей, восстановление рабочих поверхностей ротора, балансировка роторов и т.д.



Рисунок 5. Облапачивание турбинного колеса

ООО «ТурбоРеф Инжиниринг» успешно решает, поставленные различными предприятиями, задачи по повышению производительности, снижению энергопотребления, а также повышению надёжности компрессорного оборудования.