

Цель оптимизации сроков ремонтов ООЭ в месячном разрезе заключается в наилучшем удовлетворении набора разнообразных требований к искомому решению, которые сформулированы таким образом, чтобы обеспечить реализацию процедуры поиска оптимального решения, соответствующей указанным выше общим принципам и учитывающей возможности обеспечения необходимой исходной информации, приемлемого времени решения и упорядочения требований, исходя из реальной степени значимости и сложности решаемых задач.

В настоящее время для наиболее эффективного решения указанных задач используются современные автоматические средства обработки и представления информации, которые входят в состав автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) электрических подстанций 110–330 кВ, обеспечивающих решение информационно-измерительных, контрольно-диагности-

ческих и управленческих задач в реальном масштабе времени.

К сожалению, в республике Беларусь до недавнего времени не было единой системы АСУ ТП подстанций, а использовались различные комплексы телемеханики и телеизмерений, которые не могли в полной мере решить все функциональные задачи. И только совсем недавно, на нескольких подстанциях, были введены в эксплуатацию АСУ ТП подстанций 110–330 кВ "АГАТ – 2000", разработанные научно-исследовательским республиканским унитарным предприятием "НИИ средств автоматизации НПО АГАТ".

Комплекс программно-технических средств АСУ ТП "АГАТ – 2000" предназначен для автоматизации контроля технологических процессов систем электроснабжения и выполняет следующие функции, которые ранее не были реализованы на подстанциях:

1. Сбор, обработка и хронологическая регистрация аналоговой и дискретной информации о

работе основного оборудования энергосистемы.

2. Диагностика состояния оборудования и контроль параметров режима, вышедших за пределы установленных норм.

3. Контроль энергопотребления.

4. Автоматическое составление и ведение суточных ведомостей.

5. Автоматическое регулирование напряжения согласно диспетчерскому графику.

6. Мнемоническое отображение электрических схем подстанций в реальном масштабе времени с указанием состояния коммутационной аппаратуры.

7. Накопление и анализ ретроспективных статистических данных.

Это далеко не полный перечень задач решаемых данными АСУ ТП. Объем и структура функциональных задач, реализуемых на подстанциях, определяется в зависимости от класса подстанции исходя из основных положений по созданию АСУ ТП подстанций.

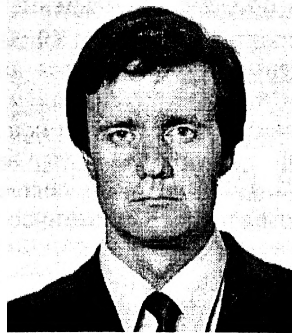
## ОПЫТ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ГАЗОНАПОЛНИТЕЛЬНЫХ КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ

Автомобильная газонаполнительная компрессорная станция (АГНКС) предназначена для компримирования и заправки природного газа давлением 20 МПа в качестве моторного топлива.

На предприятии "Белтрансгаз" эксплуатируется 24 АГНКС с 5-ю типами поршневых компрессоров:

-2ГМ4-1,3/12-250 (Россия, з-д "Борец") - четырехступенчатый компрессор, 1-3, 2-4 ступени двойного действия, двухскоростной; электроприводной, мощность на валу 160/75 кВт, давление во всасывающем патрубке - 0,98-1,18 МПа.

-4ГМ2,5-1,2/10-250 (Украина МН ПО им. Фрунзе) - горизонтальный четырехступенчатый, четырехрядный, 3-4 ступень двойного



*А.П.Голубов,  
ведущий инженер  
производственного отдела по  
эксплуатации АГНКС  
Государственного  
предприятия "Белтрансгаз"*

действия, электроприводной, мощность на валу 132 кВт, давление во всасывающем патрубке - 0,6-1,2 МПа.

-2BVTN/3 (Италия, "Нуово Пи-

ньоне") - трехступенчатый вертикальный, 2-3 ступень двойного действия, электроприводной, мощность на валу 132 кВт, давление во всасывающем патрубке - 0,6-1,2 МПа.

-4HR3KN-200/210 (з-д Цвикау Машиненфабрик, бывшей ГДР) - четырехступенчатый, 1-2 ступень - вертикальное, 3-4 ступень - горизонтальное расположение и двойного действия, электроприводной, мощность на валу 295 кВт, давление во всасывающем патрубке - 0,3-0,5 МПа.

- 2НВ2К-160/100 (з-д Хемиллагенбаукомбинат, бывшей ГДР) - двухступенчатый, горизонтальный, электроприводной, мощность на валу 94,6 кВт, давление во всасывающем патрубке - 2,5-3,5 МПа.

В состав компрессорной установки входят: стационарная компрессорная установка (СКУ), межступенчатая аппаратура с системой газопроводов, трубопроводы предохранительных клапанов, система охлаждения, маслосистема и продувочные трубопроводы.

Компрессоры снабжены арматурой, которая позволяет осуществить необходимые эксплуатационные операции, как вручную, так и автоматически. На технологической части АГНКС в основном установлены шаровые ручные, электро- и пневмозадвижки. Ремонт пневмоприводов ПП 0,5-3/3, ПП 1-3/3, ПП 2-3/3 и шаровых кранов Ду 10, 15, 20 Ру 32 МПа являются наиболее актуальным вопросом эксплуатации.

Смазка цилиндров осуществляется принудительно с помощью смазочного насоса высокого давления, привод которого производится через промежуточный вал непосредственно от коленчатого вала. Применяемое в компрессорах масло - МГД-14М.

Цилиндры и картер компрессора представляют собой чугунные отливки, содержащие в себе клапанные гнезда и полости для охлаждения газовых пространств. Обычно цилиндры гильзуются. На всех компрессорах применяются кольцевые пластинчатые клапана. В зависимости от типа СКУ в качестве коренных подшипников применяются подшипники качения и скольжения.

Промежуточным звеном между шатуном и штоком служит крейцкопф, который представляет собой цельнолитую из модифицированного чугуна деталь. Особый способ крепления его к штоку позволяет регулировать величину зазора между торцами поршня и цилиндра в крайних точках.

Уплотнение штоков камерное, осуществляется рядом уплотняющих колец радиально прижимающимися браслетными пружинами. В качестве материала для сальниковых уплотнений по штоку применяется флубон 20, поршневые кольца изготавливаются из капралона МР ТУ6-05-

988-66 (ПА6 блочный сорт 1 ТУ 6-05-988-87).

Основная сложность в эксплуатации оборудования состоит в обеспечении запасными частями, т.к. все компрессорные установки импортной поставки. Изготовление быстроизнашивающихся деталей (уплотнение штоков, поршневые и направляющие кольца) и гильзы, производятся на производственной базе подразделения предприятия - ремонтно-наладочном управлении "Белгазэнергоремонт". Там же выполняются ремонтно-восстановительные работы и другие работы, связанные с изготовлением конструкторской документации и разработкой технологической карты ремонта.

Чтобы оценить разницу между АГНКС и АЗС, где производится отпуск готовой продукции, ниже приведем описание технологического процесса производства компримированного природного газа.

Природный газ из внешних газопроводов низкого давления через блок входных кранов, затем через первичный сепаратор и сетчатый фильтр, где происходит его (газа) очистка от механических примесей и капельной влаги, подается на всас компрессорной установки.

После каждой ступени сжатия газ проходит охлаждение в холодильниках со 140 до 40 °С. Охлаждение осуществляется антифризом принудительно водяными насосами в замкнутом цикле, и проходит по принципу "труба в трубе". Периодически выполняется промывка труб химическим составом.

После последней ступени давлением 24,4 МПа газ поступает на установку осушки, основным элементом которой является адсорберы. При повышении точки росы осушаемого газа до минус 50°С производится переключение адсорберов, один из которых после этого подвергается регенерации. Контроль за соблюдением ГОСТа на газ осуществляется влагомером типа "Байкал".

Далее осушенный газ поступает в аккумуляторы. Давление газа в аккумуляторах регулируется ав-

томатически по мере раздачи его через газозаправочные колонки. Отпуск газа производится давлением 19,6 МПа и при достижении этого давления в баллонах автомобиля отсекается, настроенном на это давление обратным клапаном. Коммерческий отпуск и учет газа в производится автоматизированной компьютерно-кассовой системой "ГАЗ-У".

Кроме того, каждая АГНКС снабжена системами электропитания, автоматики и контроля. При возникновении аварийных ситуаций предусмотрено дистанционное отключение подачи газа на АГНКС с одновременной продувкой технологических линий и аккумуляторов на свечу.

В помещении компрессорного отделения предусмотрен автоматический контроль уровня загазованности помещения. При загазованности помещения более 1% газа по объему включается вытяжная вентиляция и звуковая сигнализация.

Помещения АГНКС оснащены пожарной сигнализацией. При возникновении пожара автоматический выключается приточная и вытяжная системы вентиляции.

Обслуживание механической, электрической части и автоматического управления и контроля выполняется строго по графику планово-предупредительных работ (ППР). При эксплуатации компрессорных установок применяются следующие виды технического обслуживания: ежедневное;

- техническое обслуживание (ТО-1) - через 500 ч; техническое обслуживание (ТО-2) - через 1500 ч; текущий ремонт (Т-1) - через 3000 ч; текущий ремонт (Т-2) - через 6000 ч; средний ремонт (С) - через 12000 ч; капитальный ремонт (К) - через 36000 ч.

Результаты технического обслуживания и ремонтов фиксируются в журнале контроля технического состояния узлов и деталей компрессорной установки.

Согласно установленному регламенту, нормативно-технической и конструкторской документации в целях повышения безопасности и надежности эксплуа-

тации оборудования АГНКС выполняется следующий примерный комплекс работ: вибродиагностика оборудования и трубопроводной обвязки; контроль состояния подшипников качения без вскрытия компрессора; дефектоскопия сварных соединений, толщинометрия и испытания на прочность и герметичность трубопроводов и сосудов, работающих под давлением; техническая диагностика и освидетельствование аккумуляторов газа и других сосудов, работающих под давлением.

Также контролю подвергаются заправочные шланги, производится тарировка предохранительных клапанов.

За оценкой технического состояния и качества ремонта можно судить по производительности компрессора и расходу электроэнергии до и после ремонта.

Для обеспечения правильного содержания, эксплуатации и ремонта оборудования на АГНКС выполняются работы и заполняются журналы учета работы компрессорной установки: сменный

(оперативный), проверки загазованности помещений; дефектов и неисправностей; регистрации заправочных шлангов; регистрации газоопасных работ, выполняемых без наряда-допуска; регистрации нарядов-допусков; учета противоаварийных тренировок; эксплуатации, технического обслуживания и ремонта вентиляционных установок; учета и освидетельствования сосудов; осмотров и проверок противопожарного оборудования и первичных средств пожаротушения; проверки состояния условий труда и т.д.

Кроме того, для обеспечения надежной безопасной эксплуатации газовых объектов, в том числе и АГНКС на предприятии введена 3-х ступенчатая система контроля.

Характерным показателем надежности работы оборудования АГНКС является наработка на отказ. В 2000 году она по предприятию составила свыше 40 тыс. моточасов.

На надежность работы оборудования сказываются такие при-

чины, как вибрация СКУ, разрушение пластины клапана, износ деталей шаровых кранов, потеря герметичности уплотнений и т.д. Как показала практика, возникающие за последнее время отказы в основном связаны со скрытыми дефектами и не обусловлены недостатками в эксплуатации оборудования. Большая часть отказов приходится на систему управления и электроснабжения.

Многолетний опыт эксплуатации выявил слабые места в оборудовании АГНКС, снижающие надежность работы и безопасность станций. Ежегодно на предприятии разрабатывается и выполняется комплекс мер по увеличению надежности эксплуатации газовых объектов, проводятся технические советы. Одним из таких мероприятий явилась замена системы автоматического управления компрессорных установок PS-2000 на более современную.

Проводимые мероприятия позволяют обеспечивать необходимую безопасность и надежность работы оборудования АГНКС.

## ДИАГНОСТИРОВАНИЕ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОЙ РАБОТЫ В ЭКСПЛУАТАЦИИ КОМПРЕССОРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

*к.д.н. ПЛАТОНОВ А.Г., директор Новополоцкого центра технической диагностики "Химотест" г. Новополоцк*

По статистическим данным времен Советского Союза в различных отраслях промышленности и аграрного комплекса компрессорные установки потребляли около 10% всей вырабатываемой электроэнергии.

Кроме основной части компрессорной установки, в ее состав входят сложные по конструктивному исполнению различные типы теплообменников, влагомаслоотделителей, буферные емкости, трубопроводы, системы смазки и охлаждения и привода.

Давление нагнетания компрессорных установок на предприятиях Беларуси достигает 2500 атмосфер.

Если по центробежным компрессорам имеется нормативно-техническая документация, по-

зволяющая проводить диагностирование, обслуживание и ремонт, например, "Методические рекомендации по проведению диагностических виброизмерений центробежных компрессорных машин и центробежных насосных агрегатов предприятий" - МХНП СССР (РДИ), "Центробежные электроприводные нефтяные насосные агрегаты. Эксплуатационные нормы вибрации. Руководящий документ" - Миннефтехимпром СССР, то по поршневым компрессорам такая документация отсутствует. Устарела документация по обслуживанию и ремонту компрессорных установок сверхвысокого давления. Отсутствует документация по проведению качественного диагностирования поршневых компрессорных установок.

Поэтому сегодня основное внимание следует уделить вопросам диагностирования и повышения надежности работы поршневых компрессорных установок.

Одной из основных причин не надежной работы поршневых установок является повышенная вибрация межступенчатых аппаратов и трубопроводов. Вследствие этого происходят поломки элементов аппаратов, разрывы трубопроводов, выходы из строя контрольно-измерительных приборов.

Существует две причины вибрации.

Первая и основная - пульсирующий поток газа, другая - колебания компрессора и его фундамента, которые передаются на примыкающие к цилиндру уча-