

АНАЛИЗ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПУСКОВОГО УСТРОЙСТВА ГАЗОТУРБИННОЙ УСТАНОВКИ

Р.О.Посысаев

Научный руководитель ассистент С.С.Васенин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Для работы технологического оборудования в нефтяной промышленности широко применяют газотурбинные установки. Газотурбинная установка применяется в качестве привода компрессора или генератора.

Газотурбинная установка - это агрегат, состоящий из газотурбинного двигателя, редуктора, компрессора и вспомогательных систем. Поток газа, образованный в результате сгорания топлива, воздействуя на лопатки турбины, создает крутящий момент и вращает ротор, который в свою очередь соединен с генератором или компрессором, схема принципа работы газотурбинной установки изображена на рисунке 1.

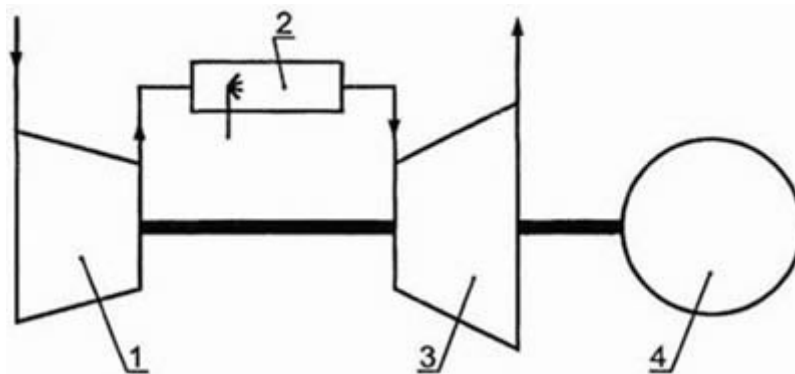


Рис. Схема принципа работы газотурбинной установки.

В компрессор (1) газотурбинного силового агрегата подается чистый воздух. Под высоким давлением воздух компрессора направляется в камеру сгорания (2), туда же подается топливный газ.

Смесь воспламеняется. При сгорании газовой смеси образуется энергия в виде потока раскаленных газов.

Этот поток под высокой скоростью воздействует на рабочее колесо турбины (3) и вращает его. Вращательная кинетическая энергия через вал турбины приводит в действие компрессор (4).

Пуск газотурбинной установки — ответственная операция, которую надо проводить, соблюдая правила технической эксплуатации и безопасности. Перед пуском газотурбинной установки следует убедиться в исправности ее основного и вспомогательного оборудования, систем регулирования и защиты.

На первом этапе пуска, раскрутка ротора осевого компрессора и турбины высокого давления происходит только благодаря работе пускового устройства. Мощность пускового устройства составляет 1—6% от мощности газотурбинной установки [6].

На втором этапе раскрутка ротора турбокомпрессора производится совместно турбодетандером и турбиной.

При достижении оборотов турбокомпрессора, достаточных для зажигания смеси, включается система зажигания и начинается подача газа на дежурную горелку. О нормальном зажигании сигнализирует датчик - фотореле. Примерно через 1-2 мин после набора температуры примерно 150-200°C заканчивается первый этап прогрева, открывается регулирующий клапан на величину около 5% и начинается второй этап прогрева, который продолжается 10 мин. Затем происходит постепенное увеличение оборотов турбины высокого давления за счет открытия газорегулирующего клапана. При достижении оборотов примерно 50% от номинала турбина выходит на режим «самоходности». При выходе из зацепления муфты турбодетандера заканчивается второй этап раскрутки ротора. В этот момент для исключения провала частоты вращения ротора турбокомпрессора производится резкое открытие топливного регулирующего клапана на 2-3%.

На третьем этапе происходит дальнейший разгон ротора турбокомпрессора путем постепенного увеличения подачи газа в камеру сгорания. При этом закрываются антипомпажные клапаны осевого компрессора, турбоагрегат переходит работать с пусковых насосов на основные, приводимые во вращение уже от роторов агрегата. [1,7]

Для бесперебойного и эффективного пуска необходимо провести анализ и выбрать оптимальное пусковое устройство для того или иного типа установки.

Остановимся на анализе пусковых устройств и определим сопутствующие цели и задачи данной работы.

Целью работы является сравнительный анализ пусковых устройств для газотурбинных установок и выбор наиболее эффективного из них. Этот выбор является важным для стабильной работы газоперекачивающего агрегата (Урал-6000), который является важнейшим звеном в технологической цепи дожимной компрессорной станции.

В соответствии с поставленной целью необходимо решить следующие задачи:

1. Провести обзор стартеров;
2. Провести сравнительный анализ технических характеристик стартеров, анализ рентабельности финансовых результатов, и разработать рекомендации по выбору одного оптимального пускового устройства.

Для данного типа газотурбинной установки возможно установить два различных вида пусковых устройств.

А именно:

1. Пусковое устройство, работающее на пусковом газе, а именно стартер СТВ10Г.
2. Электрический стартер СТВД-25Д-9000 с используемым источником напряжением питания трехфазной сети 380 В

Газовоздушный стартер СТВ10Г устанавливается на верхней коробке приводов газотурбинной установки.

Стартер состоит из следующих основных узлов:

1. Заслонки;
2. Газосборника;
3. Редуктора с муфтой свободного хода;
4. Центробежного выключателя;
5. Турбины.

Технические параметры:

1. Мощность 55 кВт, $n=3500$ об/мин
2. Температура, °С - 5...50;
3. Запыленность, мг/м³ – не более 5;
4. Размеры твердых частиц, мкм - не более 5;
5. Расход пускового газа, кг/с – 1,5;
6. Расход пускового газа на один пуск, кг – не более 180;
7. Расход пускового газа на холодную прокрутку, кг – 70...80;
8. Время непрерывной работы стартера, с – не более 120. [2, 5]

Электрический стартер СТВД-25Д-9000 устанавливается на верхней коробке приводов газотурбинной установки и имеет размеры Ø300×576 мм. В комплекте с электрическим стартером есть:

1. Специальное устройство плавного пуска;
2. Блок управления;
3. Встроенные средства защиты по току, напряжению и от перегревов блока управления и электростартера.

Взрывозащищенное исполнение с маркировкой 1ExdПВТЗ позволяют эксплуатировать электростартеры во взрывоопасной среде без дополнительных датчиков слежения.

Технические параметры:

1. Мощность электростартера, кВт – 120
2. Напряжение питания трехфазной сети частотой 50 Гц, В – 380
3. Время непрерывной работы стартера, с – более 120

Произведем сравнение технических параметров стартера, для наглядности сравнения используем сводную таблицу данных.

Таблица 1

Сводная таблица технических параметров пусковых устройств

Технические параметры	Газовоздушный стартер СТВ10Г	Электрический стартер СТВД-25Д-9000
Мощность, кВт	55	120
Температура, °С	5...50	-
Размеры твердых частиц, мкм	5<	-
Расход пускового газа, кг/с	1,5	-
Расход пускового газа на один пуск, кг	180<	-
Расход пускового газа на холодную прокрутку, кг	70-80	-
Время непрерывной работы стартера, с	120<	>200

Как видно из таблицы преимущественно использовать в данной установке электрический стартер СТВД-25Д-9000, так как нет влияния параметров пускового газа, а также большего значения мощности и времени непрерывной работы стартера.

Электрический стартер СТВД-25Д-9000 является наиболее финансово рентабельным при установке агрегатов так как стоимость данного стартера порядка 1500 тыс.руб., а воздушного 3000тыс.руб., а также в связи с отсутствием дополнительных затрат на подведение к данному узлу трубопроводов, предохранительных арматур и других систем, связанных с управлением и отслеживанием потока пускового газа.

Электропуск в сравнении с газовоздушным пуском более экономичен. Так, для одного пуска ГПА (Урал 6000) с помощью системы пуска, состоящей из электростартера СТВД-25Д-9000 и блока управления БУС-18, требуется 3 кВт•час электроэнергии, (около 6 рублей), а для газовоздушного пуска расходуется примерно 1500 м³ газа, стоимостью около 4875 руб. (по бытовым ценам).

Из выше изложенной информации рекомендуется использовать электрический стартер СТВД-25Д-9000 с блоком управления и специальным устройством плавного пуска, так как технические параметры и рентабельность данного оборудования более высока по сравнению газовоздушным стартеров СТВ10Г в связи:

- С высокой мощностью;

- С большим времени непрерывной работы;
- Отсутствием больших подвижных узлов (заслонки, редуктора и т.д.);
- Отсутствием дополнительных затрат на установку трубопроводов, предохранительных арматур и других систем, связанных с управлением и отслеживанием потока пускового газа;
- Стоимость закупки в 2 раза ниже, чем газовоздушный стартер СТВ10Г;
- Стоимость электропуска менее затратное, чем газовоздушный пуск.

Так как установка используется в малоосвоенных и труднодоступных районах, она имеет преимущества:

- Хорошая транспортабельность;
- Простота и быстрота монтажа;
- Пуск установки;
- Автоматизации;
- Дистанционным управлением.

Литература

1. Козаченко А.Н. Эксплуатация компрессорных станций магистральных газопроводов. - М.: Изд-во «Нефть и газ», 1999, с.459
2. Коллектив авторов. Руководство по технической эксплуатации ГТУ-ПГ.- ОАО НПО «Искра»,2002, -256 с.
3. Коллектив авторов. ИБ №8. Пермские газовые турбины. - ОДК «Пермские моторы»,2006,-3 с.Соколов В. С. Газотурбинные установки. -М. Высшая школа, 1986, с. 100-103;
4. Васенин С.С., Саруев Л.А. Проблемы эксплуатации сухих газодинамических торцевых уплотнений валов центробежных компрессоров. Сборник научных трудов VII Международной научно-технической конференции. Национальный исследовательский Томский политехнический университет. 2013. С. 226-229.
5. Саруев Л.А., Пашков Е.Н., Зиякаев Г.Р., Кузнецов И.В. Силовой механизм сваебойной машины. Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). 2013. № 4 (1). С. 482-485.
6. Васенин С.С., Саруев А.Л., Саруев Л.А. Квалиметрия Отечественного Конкурентоспособного Нефтепромыслового Оборудования. В сборнике: Наука и образование в XXI веке сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции: в 34 частях. 2013. С. 27-29.

РАЗРАБОТКА УСТАНОВКИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ ОЧИСТКИ АППАРАТОВ ВОЗДУШНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ СТАНЦИЙ ПОДЗЕМНОГО ХРАНЕНИЯ ГАЗА

В.В. Руденко, М.К. Романов

Научный руководитель доцент, к.т.н. М.В. Омелянюк

Армавирский механико-технологический институт (филиал)

*ФГБОУ ВО Кубанский государственный технологический университет,
г. Краснодар, Россия*

На современном этапе производственно—хозяйственная деятельность предприятий добычи нефти и газа осуществляется в сложных условиях.

Отсутствие эффективных способов предупреждения и устранения осложнений приводит к удорожанию добычи, переработки, транспортировки нефти и газа, нарушению экологического равновесия в окружающей среде. Решение экологических проблем требует внедрения технологий и оборудования, обеспечивающих рациональное природопользование и минимальное загрязнение природной среды.

Одной из современных проблем является процесс отложения твердых осадков неорганических веществ на стенках теплообменного оборудования. Накопление осадков существенно осложняет транспортировку газа, приводит к выходу из строя дорогостоящего оборудования, трудоемким и высокочрезвычайно затратным ремонтным работам, а в итоге – к увеличению стоимости транспорта газа.

Использование аппаратов воздушного охлаждения (АВО) является экологически чистым, однако, при их эксплуатации возникает ряд проблем, связанных с загрязнением межтрубного пространства, особенно в аппаратах с высоким коэффициентом оребрения (20..23). В связи с этим снижается коэффициент теплопередачи (в 1,5..2 раза по сравнению с проектными данными), снижается эффективность теплопередачи, в результате снижается КПД газоперекачивающих агрегатов (ГПА), а иногда ГПА приходится останавливать в связи с превышением температуры газа на выходе из АВО газа 1 ступени, повышается расход электроэнергии на привод вентиляторов. Также из-за снижения теплоотдачи и повышения температуры происходит коробление труб АВО газа и воды, что приводит к дополнительной неравномерности охлаждения.

Оптимальное охлаждение позволяет снизить затраты на перекачку примерно на 5-10 %, то есть на 0,5% транспортируемого газа при расходе газа 0,8 от номинального и 2% при перекачке номинального расхода газа.

Для обеспечения оптимального режима работы загрязненных АВО воды и газа требуется периодически проводить очистку оребрения теплообменных труб, а для аппаратов воздушного охлаждения воды – очистку трубного и межтрубного пространства.

Целью работы является исследование установки очистки аппаратов воздушного охлаждения подземного хранения газа.

Задачи состояли в анализе конструкций аппаратов воздушного охлаждения. Они выпускаются различных типов: АВМ (малопоточного типа), АВГ (горизонтальные), АВЗ и АВЗ-Д (с зигзагообразным расположением теплообменных секций), АВГ-75 и АВГ-100 (для магистральных газопроводов), АВГ-160 и АВГ-160Г