

Газотурбинная установка малой мощности

В последние годы при техническом перевооружении энергопредприятий России появилась тенденция к широкому применению газотурбинных установок малой мощности. Особую актуальность применение ГТУ малой мощности приобретает для реконструкции объектов жилищно – коммунального хозяйства. Однако весьма перспективным направлением можно считать применение данных ГТУ и для реконструкции ТЭЦ малой и средней мощности.

Малая газотурбинная установка способна повысить надежность электроснабжения. Она прекрасно подходит для использования в качестве резервного источника электроэнергии. Оборудование не зависит от функционирования и загруженности центральной энергосистемы.

К основным преимуществам ГТУ можно отнести следующие. (Рис. 1).

При реконструкции энергообъектов можно выделить несколько компоновочных решений:

1. Строительство ГТУ – ТЭЦ на отдельной площадке, новое строительство.
2. Установка ГТУ в действующей котельной, в виде надстройки.
3. Размещение ГТУ с паровыми котлами утилизаторами на действующей ТЭЦ взамен существующих паровых котлов с сохранением паротурбинной части ТЭЦ.



Размещение ГТУ в котельной, имеющей развитую инфраструктуру (наличие природного газа, ХВО, РП-ТП, системы выдачи тепловой мощности, квалифицированного персонала), наиболее оптимально, так как позволяет сократить капитальные затраты и повысить надежность

эксплуатации. При выборе дислокации ГТУ в котельных должны учитываться такие факторы, как: наличие круглогодичного потребления тепла (отопительные нагрузки зимой и ГВС летом); наличие газопровода с давлением не ниже 1 МПа (для ГТУ с низконапорным компрессором с $k=7$) для исключения затрат на приобретение газодожимного компрессора; относительная удаленность населенного пункта от узловых электрических подстанций и другие факторы.

Выбор единичной мощности и количества ГТУ определяется исходя из необходимости обеспечения заданных нагрузок, надежности эксплуатации и возможности ремонта. Для обеспечения высоких ТЭП и исключения влияния суточных колебаний тепловой нагрузки на режим работы ГТУ целесообразна работа ГТУ по электрическому графику с накоплением теплоты в баке аккумулятора или со сбросом излишков тепла дымовых газов (через

байпасный канал КУ, водо - воздушные теплообменники экстренного охлаждения обратной сетевой воды). В течение года ГТУ должны работать в базовом режиме с включением в отопительный сезон водогрейных котлов в качестве пиковых.

В 2000 году, одной из первых в России, в республике Башкортостан, в районном центре Большеустьикинское, была построена и введена в эксплуатацию газотурбинная электростанция

ГТУ-ТЭЦ «Шигили» (Рис. 3). Электрическая мощность станции 4 МВт, тепловая 8,2 Гкал/ч. Основным ее назначением является теплоснабжение районного центра, а также повышение надежности электроснабжения, как райцентра, так и близлежащих населенных пунктов Мечетлинского района. Электростанция находится в разряде действующей уже пятый год. За этот период накоплен определённый опыт эксплуатации, который и хотелось бы предложить Вашему вниманию.

Основное теплосиловое оборудование можно разделить на две части:

1. Газотурбинная электростанция МГТУ-100.
2. Утилизационный контур.

Газотурбинная электростанция производства СКБ «Турбина» выполнена в блочно-модульном исполнении. Газотурбинный двигатель, генератор и все вспомогательные системы расположены внутри турбоблока. (Рис. 4).



В качестве газотурбинного привода используется газогенератор конвертированного авиационного двигателя Д30, получивший обозначение Д30ЭУ2. Для привода генератора служит свободная турбина (турбина низкого давления базового двигателя), соединенная с генератором через редуктор РД-45 и фрикционную муфту. Генератор рассчитан на напряжение 10,5 кВ. Существует возможность монтажа и демонтажа в турбоблоке двигателя, редуктора и генератора.

Утилизационный контур включает в себя теплообменник-утилизатор (Рис. 5) для подогрева сетевой воды для теплоснабжения поселка, трубопроводы и теплообменные модули. В связи с тем что, теплосети поселка сильно изношены, из-за большой подпитки, часто происходит подача в теплосеть сырой воды. Поэтому на этапе проектирования было принято решение отделить утилизационный контур от теплосети поселка. Теплообмен между утилизационным контуром и теплосетью потребителя происходит в пяти пластинчатых теплообменных модулях, расположенных в котельной поселка.

С начала отопительного сезона и по настоящий момент ГТУ несет отопительную нагрузку районного центра, котлоагрегаты в котельной находятся в резерве, на случай останова ГТУ-ТЭЦ, работает лишь насосная станция котельной.

Другой особенностью ГТУ является примененный на ней генератор ГТГ-4, а точнее его подшипниковые опоры. Впервые на генераторе мощностью 4 МВт, ротор которого вращается с частотой 3000 об/мин, применена картерная смазка подшипников скольжения. Это позволило избавиться от маслопроводов, маслобаков и другого вспомогательного оборудования маслосистемы генератора. Доводка данных опор потребовала много времени и сил, как предприятия поставщика генератора, так и персонала ГТУ-ТЭЦ. Проблемой было устранение утечек масла из опор, а также поддержание температурного состояния вкладышей подшипников в допустимом диапазоне. В качестве резервного, был проработан вариант перевода опор генератора на циркуляционную смазку и даже изготовлена соответствующая оснастка. Однако руководством

энергосистемы первоначальный вариант с картерной смазкой был принят за основу. После доработки конструкции, доливка масла в опоры производится один раз в 1,5-2 недели в количестве 100-200 г, а температура вкладышей находится в пределах 73-80°C. Недостатком конструкции остается неудобство сборки подшипников и трудность обеспечения требуемых допусков и зазоров.

Отдельно стоит сказать о системе управления электростанцией. Ее можно разделить на систему автоматического управления (САУ) газотурбинным двигателем, комплекс управления

электростанцией (КУЭС) и автоматизированную систему управления (АСУТП) верхнего уровня, осуществляющую управление и контроль параметров всей ГТУ-ТЭЦ.

Все параметры двигателя, редуктора и генератора, их диагностика и состояние отображаются на станции оператора (Рис. 6). Там же представлены параметры утилизационного контура и системы газоснабжения. Параметры ГТУ-ТЭЦ можно представить как в табличном, так и графическом виде, а протокол сообщений о работе станции выводится на бумажный носитель, что облегчает анализ аварийных ситуаций. Управлять работой станции можно как с клавиатуры, так и с помощью «мыши». В случае отказа системы управления ГТЭС или ошибки оператора предусмотрен резервный пульт индикации и управления, с помощью которого можно заблокировать исполнение ошибочных команд КУЭС ГТЭС и аварийно остановить ГТУ. Система управления ГТЭС предусматривает автоматическую работу станции, когда от оператора практически требуется только задание нагрузки станции, и ручное управление. При этом оператор может управлять отдельными системами ГТЭС, такими как подогрев опор генератора, подзарядка аккумуляторов, управление заслонками противообледенительной системы, включение и отключение статизма двигателя, а также некоторыми другими операциями, необходимыми как в процессе работы станции, так и при опробовании отдельных ее систем.

ГТУ-ТЭЦ работает на природном газе с давлением 12 кгс/см². Газ проходит очистку в фильтрах грубой очистки (фильтры ФГ-19) и тонкой очистки (БФ 1). Эффективность очистки - 40мкм. Для предотвращения попадания в топливную систему двигателя продуктов коррозии подводящего трубопровода, газопровод после фильтров тонкой очистки и арматура, установленная на нем, выполнены из нержавеющей стали.

Подготовка станции к запуску занимает около часа. При этом основное время затрачивается на прогрев опор генератора, так как КУЭС выдает запрет на запуск ГТУ при температуре масла и вкладышей опор ниже 30°С. Запуск ГТУ производится сжатым воздухом с давлением 4 кгс/см², отбираемым от газотурбинного стартера ТА-6А (Рис. 7). ТА-6А представляет собой небольшой отдельно расположенный газотурбинный двигатель, используемый на самолетах в качестве вспомогательной силовой установки. Запускается ТА-6А от двух аккумуляторов от автомобиля «КАМАЗ» и работает на авиационном керосине (Т-1, ТС-1). Время его работы 7-8 мин, а запуск всей станции от момента пуска ТА-6А, до готовности принять нагрузку - не более 10 мин. Сюда входит прогрев ГТУ в течение 2-х минут, после которого можно брать номинальную нагрузку.

Наличие отдельного газотурбинного стартера можно считать недостатком из-за усложнения технологии запуска и увеличения вероятности отказов при запуске. Предприятие изготовитель предлагает осуществлять запуск основного двигателя пусковой турбиной, в которой в качестве рабочего тела используется природный газ, что и делается при эксплуатации подобных электростанций на нефти - и газопромыслах. На ГТУ реализован именно такой запуск.

До начала эксплуатации большое опасение у населения районного центра вызывал возможный шум работающей ГТУ - ТЭЦ. Для его снижения были установлены пластинчатые глушители во всасывающей шахте и на дымовой трубе. Данные мероприятия позволили снизить шум на рабочих местах

персонала ниже допустимых, а в районе, прилегающем к станции, практически до естественного фона.

Численность персонала, непосредственно занятого обслуживанием ГТУ-ТЭЦ составляет 13 человек. В вахте занято 2 человека: один - начальник смены, с правами машиниста ГТУ, второй - дежурный электромонтер. Организовано четыре вахты. В штате имеется слесарь по ремонту КИПиА, слесарь по ремонту тепломеханического оборудования и аппаратчица ВПУ, она же - уборщица производственных помещений. Все крупные ремонтные работы и сложные операции

по техническому обслуживанию оборудования выполняются по договорам с предприятием-изготовителем ГТЭС и специализированными ремонтными предприятиями.

Как в процессе проектирования, так и при строительстве, наладке и эксплуатации большие трудности были связаны со слабой нормативной базой для подобных электростанций, так как практически вся она создавалась для «большой энергетики», и часто новая техника не вписывается в ее положения и требования. В настоящее время данные проблемы преодолены.

Опыт эксплуатации работающих ГТУ – ТЭЦ позволяет сделать вывод о экономичности и надёжности действующих газотурбинных установок. Данные факторы безусловно существенно повлияют на выбор того или иного варианта технического перевооружения каждого конкретного объекта энергопредприятия.