

УДК 621.165

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОНОМИЧНОСТИ И УДЕЛЬНОЙ МОЩНОСТИ ПАРОГАЗОВОЙ УСТАНОВКИ

Догадкина С.В., Соленик И.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Лапченко Д.А.

Изменения экономических отношений в стране, с одной стороны, и на рынке энергоресурсов, с другой, ускорили понимание необходимости улучшения энергетических характеристик тепловых электростанций путём перехода к современным технологиям преобразования энергии. Появление надёжных и эффективных тепловых газовых двигателей обеспечило технические условия для реализации этого пути и модернизации существующих электрогенерирующих мощностей. Для энергосистемы, в которой основная генерация электроэнергии осуществляется тепловыми электростанциями (ТЭС), совершенствование преобразования тепловой энергии в механическую наиболее актуально. Как показывает практика, выполнение требований системного подхода при выборе вариантов модернизации ТЭС во многом определяет конечные результаты развития энергосистемы. Выбор сложный и ответственный, связанный с большими инвестициями, сопровождающийся не только необходимостью дальнейшего изменения структуры генерирующих мощностей энергосистемы, но и изменением методов управления их работой. При использовании газообразного топлива повышение эффективности ТЭС наиболее очевидно осуществлять с помощью перехода от паротурбинной технологии к парогазовой. При этом наибольший эффект достигается при модернизации теплоэлектроцентралей (ТЭЦ). Однако приходится сталкиваться с ситуацией, когда структура генерации энергопотоков ТЭЦ резко изменяется: доля электроэнергии возрастает в три-четыре раза для ТЭЦ высоких начальных параметров пара. Для мелких ТЭЦ с низкими начальными параметрами пара указанные изменения ещё более заметны. Изменение структуры потребления тепловой и электрической энергии, происходящее в промышленности, менее значимо и не всегда идёт в направлении, соответствующем приближению к структуре генерации энергосистемы, изменяющейся в результате модернизации ТЭЦ. В результате возможности энергосистемы в части регулирования генерации снижаются, поскольку традиционным регуляторам (конденсационные ТЭС) не остаётся нагрузки. Модернизированные ТЭЦ на существующем потреблении тепловой энергии генерируют избыточное количество электроэнергии, «перехватывая» нагрузку менее эффективных мощностей. Возникающий дефицит конденсационных мощностей обостряет проблему регулирования мощности в соответствии с графиком электропотребления. Решение данной задачи обеспечения графика нагрузок отличается разнообразием. В условиях, когда регулирование генерации невозможно без участия ТЭЦ, новую функцию последних необходимо учитывать при разработке альтернативных вариантов их модернизации, без чего системная эффективность проектов не будет достигнута в должной мере. Определение альтернативных вариантов модернизации упомянутых энергогенерирующих источников не столь однозначно и сложно по причине системного характера задачи, решения которой отличаются капиталоемкостью и не однозначностью [3, с. 12].

Альтернативным вариантом для решения задачи является внедрение на ТЭЦ парогазовой технологии путем либо нового строительства, либо ввода турбоустановок «старой» очереди в состав парогазовой установки (ПГУ). Как известно, ПГУ обладают существенными преимуществами как по сравнению с обычными паротурбинными (ПТУ), так и газотурбинными установками (ГТУ). В первую очередь, они позволяют обеспечить значительно более высокую экономичность, обусловленную высокой температурой газов на входе в ГТУ, и низкой температурой «холодного конца» ПТУ. Кроме того, ПГУ характеризуются значительно более низким уровнем вредных выбросов в атмосферу.

Существенным достоинством ПГУ являются меньшие капитальные затраты. Сравнительно малые габариты ГТУ делают реальным преобразование существующих паротурбинных энергоблоков в процессе их реконструкции в ПГУ путем надстройки ГТУ в пределах существующих конструкций. Ко всем перечисленным достоинствам ПГУ необходимо также добавить высокую маневренность, так как режим совместной работы ГТУ и ПТУ может меняться в широких пределах, что позволяет их использовать для несения переменной части графика нагрузок [1, с. 127].

Парогазовые установки практически не имеют недостатков, скорее, следует говорить об определенных ограничениях и требованиях к оборудованию и топливу. Существенным недостатком является то, что известные парогазовые установки обладают пониженной экономичностью, так как рабочим телом в турбокомпрессоре является атмосферный воздух, а в газовой турбине - смесь продуктов сгорания органического топлива с воздухом, которые имеют низкие теплофизические свойства. Низкие теплофизические свойства атмосферного воздуха обуславливают повышенный расход энергии на привод турбокомпрессора, а низкие теплофизические свойства смеси продуктов сгорания с воздухом не обеспечивают высокий располагаемый теплоперепад в газовой турбине, что снижает мощность и экономичность парогазовой установки электростанции.

Таким образом, для повышения мощности и экономичности парогазовой установки на электростанциях может быть использована следующая модернизация: в вытяжной башне градирни устанавливается перфорированный коллектор для забора воздуха и соединяется трубопроводом и с всасывающим коробом турбокомпрессора газотурбинной установки (рисунок 1). В этом случае в турбокомпрессор будет подаваться насыщенный водяными парами в вытяжной башне градирне и содержащий капельную влагу атмосферный воздух. Наличие в воздухе водяного пара и капельной влаги, имеющих лучшие теплофизические свойства по сравнению с атмосферным воздухом, позволяет уменьшить работу сжатия в турбокомпрессоре и одновременно повысить тепловую экономичность и удельную мощность газовой турбины. Уменьшение работы сжатия в турбокомпрессоре осуществляется за счет снижения температуры сжимаемого воздуха вследствие испарения капельной влаги, содержащейся во влажном воздухе, отводимом из вытяжной башни градирни. Увеличение удельной мощности газовой турбины обуславливается наличием в продуктах сгорания водяных паров, что приводит к повышению располагаемого теплоперепада в газовой турбине [2].

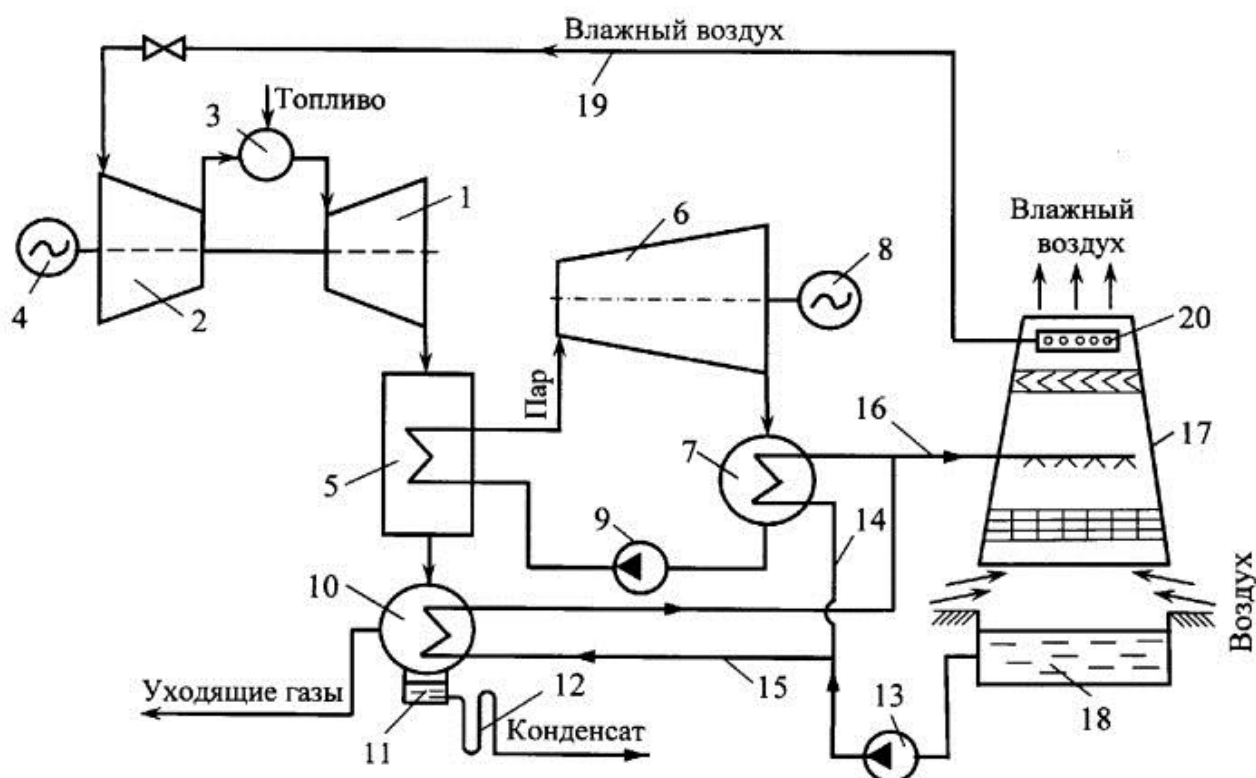


Рисунок. Модернизированная схема парогазовой установки электростанции

Парогазовая установка электростанции содержит газотурбинную установку, состоящую из: газовой турбины 1, турбокомпрессора 2, камеры сгорания 3 и электрогенератора 4, котла-утилизатора 5. Паротурбинную установку, состоящую из: паровой турбины 6 с конденсатором 7, электрического генератора 8 и питательного насоса 9, теплообменник-утилизатор 10 теплоты уходящих газов, снабженный конденсаторосборником 11 с гидрозатвором 12, систему обратного водоснабжения, включающую циркуляционный насос 13, напорный трубопровод 14 к конденсатору 7 паровой турбины 6, напорный трубопровод 15 к теплообменнику-утилизатору 10 теплоты уходящих газов и сливной напорный трубопровод 16 к градирне, состоящей из вытяжной башни 17 и водосборного бассейна 18, трубопровод 19, соединяющий всасывающий короб турбокомпрессора 2 с перфорированным коллектором 20, установленным в вытяжной башне 17 градирни.

Таким образом, технический результат состоит в повышении экономичности и удельной мощности парогазовой установки электростанции за счет уменьшения работы сжатия в турбокомпрессоре и повышения располагаемого теплорезерва в газовой турбине вследствие улучшения теплофизических свойств рабочего тела в турбокомпрессоре и в газовой турбине. Кроме того, подача в камеру сгорания газотурбинной установки увлажненного воздуха уменьшает концентрацию оксидов азота в продуктах сгорания и количество вредных выбросов в атмосферу и увеличивает срок службы высоконапряженных элементов газотурбинной установки за счет снижения температуры газов в камере сгорания.

Экономический эффект в результате внедрения данного мероприятия достигается за счет снижения удельного расхода топлива на отпуск электроэнергии и меньшего расхода электроэнергии на сжатие воздуха в турбокомпрессоре за счет улучшенных теплофизических свойств рабочего тела.

Литература

1. Зысин, Л. В. Парогазовые и газотурбинные тепловые электростанции: учеб. пособие / Л. В. Зысин. – СПб.: Изд.-во Политехн. ун-та, 2010. – 368 с.
2. Парогазовая установка электростанции [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – Режим доступа: <http://www.findpatent.ru/patent/237/2373403/>.

3. Романюк, В. Н. Выбор схем парогазовых установок при модернизации паротурбинных ТЭЦ / В. Н. Романюк, А. А. Бобич, Н. А. Коломыцкая // Энергия и менеджмент. – 2013. – № 3. – С. 11-15.