

Критерии сравнения вариантов строительства и модернизации объектов теплоэнергетики

Салихов А. А., инж.

ООО «ПГУ ТЭЦ-5», Уфа

Рассмотрены основные пути обновления тепловой энергетики России. Указаны ключевые критерии, необходимые для обоснования нового строительства. Представлены варианты типовых проектных решений надстройки действующих ТЭС и котельных газотурбинными установками.

Ключевые слова: ТЭС, котельные, модернизация, новое строительство, надстройка электростанций и котельных газотурбинными установками, критерии выбора.

Всесторонний анализ и правильное прогнозирование темпов роста потребления электрической и тепловой энергии с обоснованным диапазоном потенциала ввода объектов теплоэнергетики, наличие современной нормативной базы отраслевых документов являются ключевыми компонентами при стратегическом планировании развития энергетического комплекса РФ. Но в Энергетической стратегии России на период до 2030 г. не указаны конкретные этапы реализации нового строительства и модернизации энергетических объектов. В то же время большой опыт, полученный в последние годы, позволяет обобщить схемы обновления теплоэнергетики РФ.

Новое строительство

Перед принятием окончательного решения о необходимости нового строительства должно быть выполнено его всестороннее технико-экономическое обоснование с глубоким анализом полученных результатов. Выделим ключевые критерии.

Местоположение и территория площадки.

На территориях с пучинистыми грунтами, скалистыми породами многократно возрастает стоимость общестроительных работ, увеличиваются капитальные затраты на сооружение фундаментов зданий, оборудования. Наличие высоких грунтовых вод также удорожает проект, поскольку в период строительства нужны меры по постоянному отводу воды, а при эксплуатации необходим более тщательный надзор за зданиями и сооружениями. Немаловажным фактором является близость территории к системам водоснабжения, прежде всего — к источникам поверхностного водозабора. При этом большое значение имеет качество исходной воды, от которого зависят цикл водоподготовки, капи-

тальные вложения и постоянные затраты станции после ее ввода в эксплуатацию.

Для парогазовых электростанций с газовыми турбинами экономически выгодно близкое расположение магистральных газопроводов и отсутствие необходимости в строительстве дорогих и не всегда надежных газодожимных компрессорных станций. Как показывает опыт пуска отдельных блоков, именно дожимные компрессоры оказываются так называемым слабым звеном в их общей структуре. Поэтому дожимные компрессоры целесообразнее использовать для газотурбинных агрегатов, применяемых в качестве надстройки на уже действующих станциях, а не на новых площадках.

Менее затратно, но не менее важно с эксплуатационной точки зрения наличие рядом с предполагаемой площадкой инженерных сетей: хозяйственно-питьевого водопровода, канализации, места сброса продувочной воды.

При анализе информации о территории особое внимание следует обратить на принадлежность земельного участка, так как возможно наличие нескольких собственников из разных муниципальных образований, что существенно осложняет процедуру передачи участка в аренду.

Схема выдачи электрической мощности.

Имеющиеся резервы электросетевого хозяйства в части принятия мощности от построенных генерирующих объектов, готовность собственников электрических сетей к сотрудничеству по реконструкции прилегающей сети и замене устаревшего электротехнического оборудования, модернизации систем релейной защиты и автоматики — неотъемлемые задачи, которые требуется решить перед началом строительства.

Стоимость технического присоединения обычно является предметом договора сетевой и генерирующей компаний. Синхронизация инвестиционных программ, одинаковое понимание целей и задач, а также взаимовыгодный диалог собственников компаний могут служить успешному конечному результату — своевременному пуску крупного энергообъекта.

Потенциал востребованности тепловой мощности. Правильный анализ и точные расчеты по нагрузке тепловой мощности новых блоков дадут реальную оценку окупаемости проектов, но только работа в режиме теплофикации (тем более нового оборудования) может обеспечить заметный прорыв в экономии энергоресурсов в масштабах страны. Поэтому рассматривать строительство мощных конденсационных блоков можно только в исключительных случаях.

Потенциал востребованности тепловой мощности должен стать одним из ключевых критериев при принятии решения о начале сооружения энергетического объекта. Начинать большую стройку можно только в том случае, если строительство жилья на протяжении 3–4 лет соответствует заявленным планам компаний-застройщиков. Помимо этого для получения надежной схемы окупаемости проекта перед вложением средств необходимо официально заручиться поддержкой местных государственных органов в востребованности объемов теплоты и согласия приема тепловой мощности на базе централизованного теплоснабжения.

Надстройка действующих ТЭС парогазовыми установками (ПГУ)

При выборе ПГУ для действующих ТЭС необходимо провести оценку следующих основных мероприятий.

Анализ возможности и целесообразности расширения главных корпусов ТЭС. Учитывая серьезные капитальные затраты на установку парогазового блока на действующих ТЭС, следует объективно подойти к вопросу технической возможности и экономической целесообразности принятия такого решения. Порой стоимость демонтажных работ и укрепления строительных конструкций главного корпуса сопоставима с затратами на новое строительство. Если же расширение происходит в качестве пристройки к главному корпусу, нужно оценить расходы на вынос имеющихся коммуникаций, трубопроводов, эстакад, подъездных путей и др.

Увеличение производительности химического цеха и обеспечение соответствия качества воды новым требованиям. В связи с тем, что планируемая мощность станции увеличивается, а не замещается, надо провести оценку капитальных затрат на обновление и увеличение производительности химического цеха. На старых станциях, особенно работающих при давлении 9 МПа, в конце цепочки цикла водоподготовки в большинстве случаев достаточно получить химически очищенную воду (ХОВ). Вместе с тем сегодня существуют очень жесткие требования производителей котлов-утилизаторов к качеству поступающей в агрегаты воды, т. е. необходимы дополнительные капитальные затраты на получение обессоленной воды очень высокого качества. Если же система водоподготовки станции работала в максимальном режиме, то фактически для осуществления надстройки потребуются выполнить масштабную реконструкцию химического цеха.

Строительство нового газопровода с газодожимной компрессорной станцией. Поскольку энергетические котлы действующих ТЭС работают на газе давлением не выше 0,6 МПа, а к газовым турбинам (за редким исключением) нужен подвод газа давлением 2 МПа и более, при надстройке ПГУ необходимо строительство нового газопровода и газодожимной компрессорной станции.

Надстройка действующих ТЭС газотурбинными установками (ГТУ)

При выборе модели реконструкции ТЭС с надстройкой ГТУ следует учитывать *параметры станции и возможность использования действующих паровых турбин.*

В России подавляющее большинство ТЭС имеют параметры: 9 МПа и 773 К (500 °С), 13 МПа и 823 К (550 °С). Оборудование ТЭС на давление 9 МПа отработало уже 300–400 тыс. ч, на 13 МПа — несколько меньше. Очевидно, что модернизация действующих ТЭС становится весьма актуальной задачей, а надстройка ГТУ на действующих ТЭС на ближайшую перспективу представляется наиболее правильным техническим решением, что позволит существенно повысить их экономичность и маневренность. При этом возможно смоделировать различные условия, при которых остаточный ресурс паровых турбин может быть значительно продлен, в том числе за счет снижения первоначальных параметров. Использование имеющихся паровых турбин в схеме с надстройкой ГТУ даст

возможность минимум на 30 – 40 % сократить капитальные затраты при реконструкции объекта.

Подбор оптимального мощностного ряда газотурбинных установок. С целью максимального использования мощности ГТУ в режиме когенерации необходимо выполнить технико-экономическое обоснование применения конкретного модельного ряда газотурбинных агрегатов. Определяющими факторами помимо стоимости здесь могут служить КПД двигателя, время набора мощности, уровень шума, простота обслуживания и уровень автоматизации, совместимость с установленным оборудованием. С точки зрения критерия цена – качество целесообразно в первую очередь рассматривать предложения отечественных производителей ГТУ.

Возможности вспомогательного и электротехнического оборудования при дальнейшем проведении реконструкции и полном переходе в режим ГТУ – ТЭЦ. Экономически привлекательным представляется обоснование с проведением расчетов по постепенному переводу паротурбинной ТЭС в режим ГТУ – ТЭЦ. При этом для минимальных капитальных вложений необходимо выполнить глубокую оценку остаточного ресурса вспомогательного и электротехнического оборудования станций. Обычно надежность сетевых подогревателей, насосного парка, трубопроводов и арматуры не вызывает нареканий даже при превышении показателей назначенного ресурса, чего не скажешь о состоянии электротехнического оборудования на объектах, отработавших более 25 лет.

Надстройка действующих котельных газотурбинными установками

При принятии решения о превращении газовых котельных в ГТУ – ТЭЦ или ПГУ – ТЭЦ важно отметить, что ГТУ – ТЭЦ – наиболее приемлемое и простое решение как с технической, так и с экономической точки зрения, позволяющее достичь поставленных целей в части повышения экономичности энергопроизводства. А ПГУ – ТЭЦ как существенно усложняющее схему котельной и вместе с тем удорожающее решение может рассматриваться лишь в исключительных случаях при соответствующем экономическом обосновании.

Отметим критерии, по которым следует проводить основные оценочные мероприятия.

Надежность работы котельной и ГТУ. При надстройке ГТУ в котельных технологи-

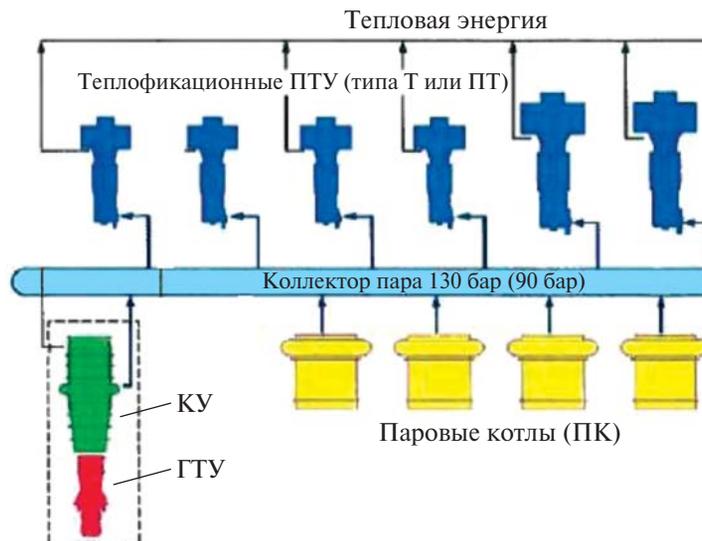
ческая схема усложняется, однако в целом надежность работы котельной как энергоисточника резко повышается. Даже если ГТУ (слабое звено) по какой-либо причине отключится, котельная продолжит работу в прежнем режиме, выдавая теплоту потребителям. Вместе с тем если ранее при прекращении подачи внешней электроэнергии котельная “садилась на нуль”, то с появлением собственной ГТУ при качественной проработке электрической схемы (с возможностью выделения работы котельной на собственные нужды) эта причина исчезает, что особенно важно для котельных городов, не имеющих на своей территории собственной электрогенерации.

Сейчас уже не стоит вопрос о конвертации авиационных двигателей и использовании двигателей летательных аппаратов в наземной энергетике. Большинство авиадвигательных предприятий наладило и внедрило широкую линейку газотурбинных двигателей для применения их в качестве источников производства электрической и тепловой энергии, поэтому надежность таких агрегатов стала существенно выше по сравнению с периодом конца 90-х – начала 2000-х годов.

Маневренность ГТУ. Возможность в короткий срок выйти на максимальную мощность и работать в широком диапазоне переменных нагрузок, в том числе нести электрическую нагрузку по тепловому графику, может стать одними из главных критериев выбора газотурбинного агрегата и оценки применимости в целом газотурбинной технологии в котельных.

Экологичность. Большинство котельных расположено в центре городов и поселков. Существенная доля в загрязнении окружающей среды приходится на старые котельные агрегаты. Поэтому определяющим для многих муниципалитетов сегодня является кардинальное изменение экологической обстановки на местах. И здесь газотурбинные технологии могут внести огромный вклад в улучшение экологии. Поэтому при прочих равных показателях решающими оказываются параметры газотурбинных агрегатов по выбросам окислов азота, окиси углерода, уровню шума.

Одним из классических примеров надстройки ГТУ – КУ на действующих ТЭС может служить предложенный ООО “Институт ДнепрВНИПИЭнергопром” вариант реконструкции Уфимской ТЭЦ-4. Проектом предусмотрена ее реконструкция путем надстройки двумя ГТУ типа PG6111FA с паровыми кот-



лами-утилизаторами (КУ) и выводом из эксплуатации существующего блока на давление 9 МПа (паровых турбин типа ПТ-30-90/10 ст. № 1, 2, паровых котлов типа Е-230-100ГМ ст. № 1, 3, 4). После ГТУ газы температурой 560 – 600 °С (в зависимости от режима) поступают в КУ, где охлаждаются в последовательно расположенных по ходу газов поверхностях нагрева котла. Выброс в атмосферу отработавших газов осуществляется через встроенную дымовую трубу. В КУ поступает конденсат, который за счет теплоты уходящих газов ГТУ превращается в пар температурой 560 °С и давлением 14 МПа. Пар (около 105 т/ч), генерируемый в контуре высокого давления КУ, подается в главный паропровод 14 МПа (см. рисунок). Контур низкого давления вырабатывает пар (около 12 т/ч), который направляется в коллектор собственных нужд давлением 0,12 МПа.

Для принятой конфигурации газовой турбины (температура газов на выходе из ГТУ — 560 – 600 °С) с целью обеспечения требуемых параметров пара перед паровыми турбинами (560 °С, 14 МПа) при отрицательных температурах наружного воздуха поддержание допустимой температуры воздуха на всасе компрессора ГТУ обеспечивается подводом к КВОУ (комплексному воздухоочистительному устройству) пара из коллектора собственных нужд, что позволяет отказаться от системы дожига в КУ и улучшить технико-экономические показатели станции (увеличив теплотехническую нагрузку).

Подобные схемы в качестве надстройки могут быть востребованы на ТЭЦ, построенных в 50 – 60-е годы XX века по типовым проектам. Многие из них расширялись в 70 – 80-е годы, в том числе за счет паровых турбин разных заводов-изготовителей с различными параметрами отборов пара для удовлетворения нужд разных групп потребителей.

Выводы

1. Необходимо законодательно утвердить приоритет одновременной выработки электрической и тепловой энергии (когенерации) в большой и малой энергетике.

2. Следует сместить акцент развития энергетического комплекса в сторону реновации действующих станций и уравнивать условия конкуренции на ОРЭМ для новых и старых объектов генерации.

3. Экономически оправданным решением в ближайшее десятилетие, которое позволит уменьшить энергоёмкость производства ВВП РФ на 40 % до 2020 г., может быть надстройка газотурбинными агрегатами действующих ТЭЦ с различными схемами реализации проектов.

4. Оптимальной представляется разработка типовых проектных решений надстройки для электрических станций с оборудованием на давление 9 и 14 МПа преимущественно с применением отечественных агрегатов, а также для котельных с перестройкой их в ГТУ – ТЭЦ.

salikhov_aa@bgkrb.ru