

шероховатой, что приводит к снижению экономичности турбины, сокращению сроков службы лопаток и способствует ускоренному заносу проточной части. Наиболее эффективным методом удаления отложения является химический способ, позволяющий существенно сократить трудозатраты на механическую очистку. Промывку можно производить как на ходу, так и во время капитального ремонта.

УДК 621.311.22

Повышение эффективности использования топлива и экологических показателей газовых котлов при использовании теплоты уходящих газов

Жихар Г.И., Закревский В.А.

Белорусский национальный технический университет

Актуальность повышения эффективности использования газа в народном хозяйстве растет. Это связано с увеличением его удельного веса в топливном балансе страны и с ростом его стоимости.

В связи с отсутствием при сжигании природного газа потерь теплоты в результате механической неполноты сгорания, близостью к нулю потерь с химической неполнотой сгорания и небольшой потерей теплоты в окружающую среду единственной потерей теплоты в котлах, о дальнейшем снижении которой, может идти речь, является потеря с уходящими газами, которая равна 5-6 % по отношению к низшей теплоте сгорания топлива.

Следовательно, в котельных установках, работающих на природном газе, единственным путем существенного улучшения использования топлива является глубокое охлаждение продуктов сгорания до такой температуры, при которой удастся сконденсировать максимально возможную часть водяных паров, содержащихся в газах и использовать выделяющуюся при конденсации скрытую теплоту. Кроме этого глубокое охлаждение газов позволяет более полно использовать и так называемую явную (физическую) теплоту газов.

Для использования теплоты уходящих газов на котле ГМ-50-14 Жодинской ТЭЦ установлен контактный экономайзер ЭМ-6, предназначенный для подогрева воды, используемой на ХВО

теплосети или для других нужд. Принцип действия контактного экономайзера заключается в подогреве воды горячими продуктами сгорания путем их непосредственного соприкосновения, при отсутствии разделительных стенок поверхности нагрева между теплоносителями и при подаче воды в поток дымовых газов. Поверхностью нагрева в контактном экономайзере является поверхность пленки, капель и струек воды, через которую и происходит теплообмен между газами и водой. Одновременно происходит и массообмен между теплоносителями.

Наиболее целесообразно применение контактного нагрева воды при сжигании природного газа, в составе которого отсутствует сера, а продукты сгорания не содержат ни оксидов серы, ни твердых частиц. Это позволяет обеспечить прямое использование воды.

Исследования проводились при работе котла ГМ-50-14 на газообразном топливе с теплотой сгорания $Q_n^p = 7973$ ккал/м³. Во время исследований сопротивление слоя насадки из керамических колец контактной камеры измерялось при помощи дополнительно установленного U-образного жидкостного манометра. Температура воды на входе и выходе из контактного экономайзера измерялась ртутными термометрами. Расход воды на контактный экономайзер определялся стандартной камерной диафрагмой дополнительно установленной на мерном участке трубопровода на входе в контактный экономайзер. Состав продуктов сгорания определялся с помощью переносного хроматографа "TESTO-350".

Дополнительно был установлен в газоходе датчик для измерения температуры уходящих из контактного экономайзера продуктов сгорания по "сухому" и "мокрому" термометрам. Показания температуры выведены на вторичный самопишущий прибор. Температура холодного дутьевого воздуха по "сухому" и "мокрому" термометрам определялась с помощью психрометра. Во время испытаний котла нагрузка изменялась от 25 до 50 т/ч, при этом расчетный расход природного газа на котел увеличивался с 2011 до 3996 м³/ч при работе котла с отключенным контактным экономайзером и с 1964 до 3891 м³/ч при работе котла с включенным контактным экономайзером. Максимальное значение КПД котла при работе с отключенным контактным экономайзером имеет место при нагрузке порядка 40 т/ч и со-

ставляет 93,6 %, а при работе котла с включенным контактным экономайзером максимальное значение КПД равно 96,25 %.

Во время испытаний котла определялась концентрация оксидов азота в продуктах сгорания до контактного экономайзера и после контактного экономайзера. Исследования показали, что содержание оксидов азота в газах до контактного экономайзера при нагрузке котла 50 т/ч составляла 181 мг/м^3 , а после контактного экономайзера соответственно 109 мг/м^3 .

Установлено, что с увеличением скорости газов при прохождении через слой насадки аэродинамическое сопротивление контактной камеры резко возрастает. Это увеличивает аэродинамическое сопротивление газового тракта котла и установленный дымосос при номинальной нагрузке котла не обеспечивает необходимого разрежения в топке равного 2-3 мм в.ст., что вынуждено заставляет пропускать часть уходящих газов после котла помимо контактного экономайзера. Это снижает эффективность использования теплоты уходящих газов в контактном экономайзере. Для устранения указанного недостатка необходимо установленный электродвигатель дымососа с $n = 735$ об/мин заменить на более мощный с числом оборотов $n = 980$ об/мин, который сможет при номинальной производительности котла и пропуске всех уходящих газов через контактный экономайзер обеспечить разрежение в топке 2-3 мм в.ст. Во время испытаний котла с контактным экономайзером отбирались пробы сырой воды и воды после контактного экономайзера. Анализы воды показали, что содержание нитритов NO_2^- в воде после контактного экономайзера увеличивается по сравнению с содержанием в сырой воде с 0,13 мг/л для сырой воды до 0,32 мг/л для воды после контактного экономайзера. Аналогично изменяется и содержание нитратов NO_3^- в воде. Содержание нитратов в сырой воде составляло 5,6 мг/л, а в воде после контактного экономайзера оно равно 7,8 мг/л. Это указывает на то, что оксиды азота NO_x растворяются в воде контактного экономайзера, что приводит к существенному снижению NO_x в продуктах сгорания после контактного экономайзера.

Поэтому контактный экономайзер можно рассматривать как двухфункциональный агрегат, т.е. для использования теплоты

уходящих газов котлов и как установку для очистки газов от оксидов азота.

УДК 621.165

Успешное диагностирование паровых турбин – залог их эффективной работы

Пасюк М.А.

ОАО "Белэнергоремналадка"

Основной задачей технической диагностики является раннее выявление неисправностей (дефектов), возникающих в результате износа и повреждений, которые препятствуют или делают нецелесообразным продолжение эксплуатации как по критериям эксплуатационной надежности, безопасности и ресурса (утрата работоспособности), так и по технико-экономическим критериям (несоответствие рабочих и предельных характеристик требуемым).

Одной из важнейших функций системы технической диагностики является также сохранение в течение длительного времени наиболее важной и ценной информации о функционировании объекта в нормальных и аварийных режимах, что создает хорошие предпосылки для дальнейшего совершенствования, как самого оборудования, так и методов его эксплуатации и диагностики.

Обязательными элементами организации обслуживания паротурбинных установок должно быть использование методов и средств технической диагностики как системы оценки и прогнозирования состояния оборудования, и индивидуальный подход к каждой единице оборудования с отступлением от общепринятых нормативов в сторону, как ужесточения, так и послабления требований. Индивидуальный подход дает возможность избежать быстрого износа узлов оборудования, повысить надежность и ограничить "небезопасные" режимы работы. Решение этих вопросов развивается наладочными подразделениями и производится экспертным путем на основе данных штатных систем заводского, эксплуатационного и ремонтного контроля с привлечением специальных видов локальных и комплексных исследований.