

Режимы эксплуатации энергетических установок и отклонения в условиях их работы

Температура свежего пара и промперегрева оказывает влияние на уровень температуры фазового перехода. Экспериментальные исследования отечественных и зарубежных авторов указывают на существенное влияние температуры среды на скорость протекания коррозионных процессов. Температура среды в зоне фазового перехода, в которой происходят коррозионные процессы, зависит от конструктивного выполнения турбины и параметров свежего пара и промежуточного перегрева пара.

Таким образом, для предотвращения коррозионных повреждений дисков и лопаточного аппарата турбины необходимы:

1. Контроль за металлом насадных дисков.
2. Контроль за металлом рабочих лопаток.
3. Нормирование качества свежего пара перед турбинами.
4. Автоматизированный химический контроль за качеством свежего пара.
5. Применение ингибирующих присадок в пар перед зоной фазового перехода турбины.
6. Выбор материала дисков и рабочих лопаток ступеней турбин в зоне фазового перехода при высокой минерализации исходной воды.
7. Консервация оборудования турбинных установок при их останове.

Список литературы

1. РД 34.30.507-912, М.: изд-во ВТИ, 1993.
2. РД 34.37.303-88, М.: изд-во ВТИ, 1993.
3. РД 34-20.591-87, М.: изд-во ВТИ, 1987.

УДК 621.181

Е. В. Богдан, Н. Б. Карницкий (БНТУ, Минск)

Повышение эффективности использования детандер-генераторных установок на тепловых электростанциях

Получение электрической энергии с применением ресурсосберегающих и природоохранных технологий становится все более актуальным. Одно из таких направлений – использование потенциальной энергии

природного газа высокого давления магистральных газопроводов с применением детандер-генераторных установок (ДГУ).

Одним из наиболее важных направлений в области энерго-сбережения является решение проблемы рекуперации энергии избыточного давления природного газа на узлах его редуцирования. Из магистральных газопроводов, давление в которых поддерживается компрессорными газоперекачивающими станциями на уровне 5,5–7,5 МПа, газ поступает в промышленные и городские системы газоснабжения через газораспределительные станции (ГРС), на которых давление газа снижают до необходимой величины и поддерживают на постоянном уровне. Дальнейшее обеспечение потребителей газом требуемых параметров производится через газорегуляторные пункты (ГРП), где давление снижается в различных пределах: для потребителей I категории оно составляет, как правило, 1,2 МПа, II – 0,6 МПа, перед ГРП ТЭЦ – 1,2–2,6 МПа. Таким образом, одним из способов экономии энергетических ресурсов может служить использование потенциала природного газа в ГРС и ГРП с частичным возвратом энергии, затраченной на сжатие природного газа для его транспортировки. Основным путем его реализации является замена дроссельных устройств ГРС и ГРП детандер-генераторными установками, предназначенными для выработки электроэнергии [1].

В Беларуси турбодетандерные технологии известны с 2000 года. На Лукомльской ГРЭС были внедрены два детандер-генераторных агрегата мощностью 5 и 2,5 МВт, на Минской ТЭЦ-4 установлены две утилизационные детандер-генераторные энергетические установки суммарной мощностью 5 МВт. В 2008 году введена в эксплуатацию детандер-генераторная установка УТДУ-4000 электрической мощностью 4 МВт на Гомельской ТЭЦ-2.

Следует отметить, что еще на этапе разработки детандер-генераторной установки были учтены следующие факторы, обусловленные характером эксплуатации в составе Гомельской ТЭЦ-2:

1) значительные сезонные и суточные колебания расхода газа через ГРП ТЭЦ (от 30 000 до 150 000 нм³/ч), вызванные неравномерностью загрузки оборудования ТЭЦ, и связанная с этим необходимость поддержания давления на входе в котлы в узком диапазоне давлений от 0,072 до 0,09 МПа (абс.);

2) повышенные требования к надежности работы детандер-генераторной установки, через которую должно проходить 80% всего

расхода газа, поступающего на ТЭЦ, обеспечивающей электрической и тепловой энергией потребителей г. Гомеля и Гомельской области;

3) необходимость обеспечения стабильности давления в газопроводе низкого давления (за ДГУ) не только при нормальных, но и при аварийных остановках ДГУ (до момента вступления в режим регулирования автоматики ГРП);

4) все процессы управления ДГУ, а также перевода функций регулирования давления (в газопроводе низкого давления, идущего к котлам ТЭЦ) от ДГУ при запуске, наборе нагрузки и остановке ДГУ должны быть полностью автоматизированы.

Технологическая схема УТДУ-4000 приведена на рис. 1.

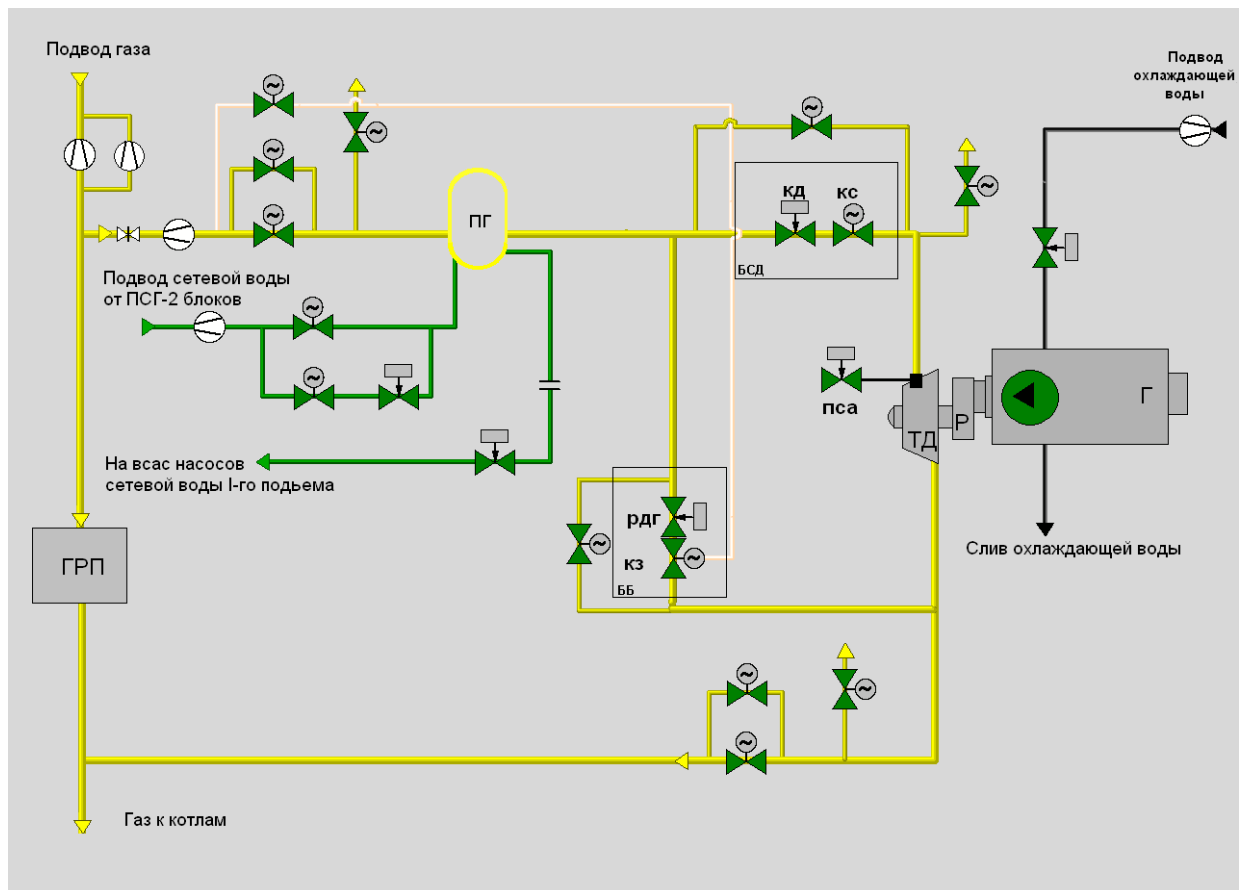


Рис. 1. Технологическая схема УТДУ-4000: ГРП – газорегуляторный пункт; ПГ – подогреватель газа; ПСА – поворотный сопловой аппарат; БСД – блок стопорно-дозировочный, где КД – клапан дозирующий, КС – клапан стопорный; ТД – турбодетандер; Р – редуктор; Г – генератор; ББ – блок байпасный, где РДГ – регулятор давления газа, КЗ – клапан защиты

Одной из основных систем, определяющих объем и технико-экономические показатели ДГА, является система подогрева газа. Ее тепловая мощность эквивалентна примерно мощности ДГА, а ее стоимость, по разным оценкам, может составлять до 40% общей стоимости ДГА.

Особенностью схемы подогрева газа на Гомельской ТЭЦ-2 является то, что для подогрева газа до температуры 80–100 °С используется сетевая вода, отбираемая за подогревателем сетевым горизонтальным №2 (ПСГ-2), что позволяет задействовать низкопотенциальный пар, отработавший в теплофикационной турбине. При необходимости повышения температуры газа до 115 °С производится дополнительный подогрев сетевой воды в специальном подогревателе паром 4-го отбора турбины. Важной особенностью данной схемы является то, что до $N_{дгу} = 2,0$ МВт, $Q_{дгу} = 65$ тыс. м³ газа можно обходиться без догрева сетевой воды, что еще более повышает экономичность ДГУ. Например, в летний период в случае работы двумя энергоблоками можно обходиться без включения газового подогревателя.

УТДУ-4000 на Гомельской ТЭЦ-2 является головным образцом в Беларуси, прошедшим опытно-промышленную эксплуатацию. За период с 2008 года ее наработка составила 28270 ч, выработано экологически чистой электрической энергии около 46 млн кВт·ч, сэкономлено топлива – 18130 т у.т. В соответствии с актом технической эффективности установки УТДУ-4000-1,2-2,6-УХЛ-4У на Гомельской ТЭЦ-2 при расходе газа 102,3 тыс. нм³/ч получена электрическая мощность 4,56 МВт, что приближается к уровню европейских образцов. При этих условиях удельный расход топлива на отпуск электроэнергии составил 130 г у.т./кВт·ч.

Основные технические характеристики УТДУ-4000 приведены в таблице 1.

Таблица 1

Основные технические характеристики УТДУ-4000

Наименование параметра, единица измерения	Технические условия	Данные испытаний
Давление газа на входе в УТДУ, МПа (абс.)	1,2	1,06
Давление газа на выходе из УТДУ, МПа (абс.)	0,09	0,072
Расход газа через УТДУ, н.м ³ /ч	110 000	102 300
Температура газа на входе в агрегат, °С	90–120	115
Температура газа на выходе из агрегата, °С	5	5
Мощность УТДУ на клеммах генератора, кВт	4000	4560

Особенностями УТДУ-4000 на Гомельской ТЭЦ-2 по сравнению с ранее внедряемыми на территории СНГ установками ОАО «Турбогаз» являются:

- применение стопорно-дозировочного клапана новой конструкции, что позволило снизить потери на дросселирование до 0,03 МПа;
- использование направляющего аппарата с четырьмя ступенями регулирования вместо направляющего аппарата с одной ступенью регулирования, что позволяет за счет точного регулирования положения сопловых лопаток получить дополнительную мощность на детандер-генераторной установке [1].

Дальнейшими путями повышения эффективности ДГУ Гомельской ТЭЦ-2 являются:

- внедрение автоматического регулирования направляющих аппаратов в зависимости от расхода газа на ДГУ для увеличения используемой электрической мощности;
- реконструкция ГРП с заменой регуляторов давления для снижения минимального расхода газа через ГРП, что позволит увеличить долю газа, пропускаемого через ДГУ.

Следует отметить, что детандер-генераторы относятся к оборудованию, созданному по «бестопливным» технологиям, поддерживаемым Киотским протоколом к Конвенцией ООН по изменению климата, и реализация такого рода проектов может проводиться с использованием механизма привлечения средств за счет продажи квот на эмиссию парниковых газов.

Список литературы

1. Зенович-Лешкевич-Ольпинский Ю.А. Опыт эксплуатации утилизационной турбодетандерной установки на Гомельской ТЭЦ-2 // Энергетическая стратегия. 2010. № 4(16). С. 14–18.
2. Агабабов В.С., Корягин А.В. Детандер-генераторные агрегаты на тепловых электрических станциях: учебное пособие. М. : Изд-во МЭИ, 2005. 48 С.