

М. А. Таймаров, И. А. Афанасьев

ДЕТАНДЕР-ГЕНЕРАТОРНЫЙ АГРЕГАТ ДЛЯ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ТЕПЛА В ЭНЕРГЕТИКЕ И ДЕРЕВООБРАБОТКЕ

Ключевые слова: детандер, вал, задвижка, компрессор, теплоноситель, хладагент, теплообменник, газопровод.

В данной статье рассматривается устройство для использования механической энергии расширения сжатого магистрального природного газа с предварительным подогревом этого газа за счет низко потенциальной тепловой энергии.

Keywords: expander, shaft, gate valve, compressor, coolant, refrigerant, air heat exchanger, gas.

This article discusses the device to use mechanical energy expansion of compressed main natural gas with preliminary heating of the gas at the expense of low potential thermal energy.

Введение

В настоящее время получение электрической энергии с применением ресурсосберегающих, природоохранных технологий становится все более актуальным. И одно из таких направлений – использование потенциальной энергии природного газа высокого давления магистральных газопроводов с применением детандер-генераторов (ДГА). Известно, что перед подачей потребителю высокое давление газа понижается (редуцируется). При этом потенциальная энергия сжатого газа теряется безвозвратно! А ведь ее можно использовать для «бестопливного» получения электроэнергии! Многие европейские страны (Италия, Германия и др.) уже несколько десятков лет успешно используют эту технологию, устанавливая параллельно газоредуцирующим пунктам (ГРП, ГРС) магистральных газопроводов специальные газорасширительные турбины – детандеры. Эти агрегаты понижают давление газа до требуемого потребителю, выполняя функцию газораспределительных пунктов и станций (ГРП и ГРС), и одновременно вырабатывают электроэнергию. Причем газ не сжигается, а только используется в качестве рабочего тела, поступая далее потребителю. Соответственно, окружающая среда не загрязняется продуктами сгорания топлива.

Конструктивная часть детандер-генераторного агрегата

Устройство может быть использовано в промышленной теплоэнергетике, на тепловых электрических станциях, потребляющих большое количество топливного природного газа и имеющих низко потенциальную тепловую энергию в виде теплоты обратной воды, охлаждающей конденсаторы паровых турбин. Известны генераторы, содержащие ступень детандера для привода электрогенератора, электрогенератор, компрессор, теплообменник, дроссель, испаритель, хладагент, газопровод высокого давления, газопровод низкого давления, детандерные регулировочно-запорные задвижки, насос, вход и выход низко потенциального теплоносителя, байпасную регулировочно-запорную задвижку.

В данных устройствах невозможно автоматическое поддержание необходимого давления и оптимальной температуры топливного газа перед горелками в зависимости от тепловой производительности котла и температуры низко потенциального теплоносителя.

В данном агрегате в качестве привода компрессора применяются ступени детандера, которая расположена на одном валу с компрессором, а также применяются компьютеризированный блок управления, соединенный электрическими связями с насосом подачи низко потенциального теплоносителя в испаритель, с задвижками и с датчиками давления и температуры на газопроводе низкого давления и на газопроводе непосредственно после теплообменника.

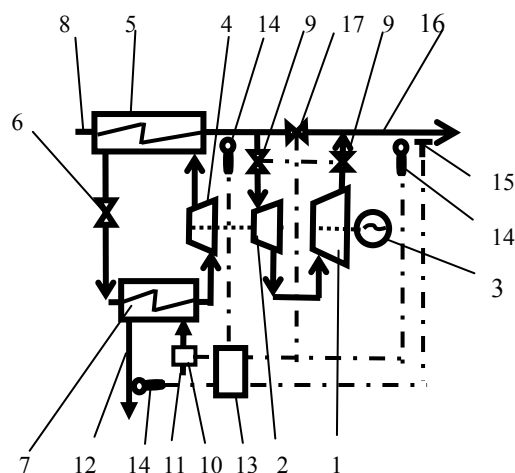


Рис. 1 - Конструкция детандер-генераторного агрегата

Элементы и узлы агрегата обозначены следующими позициями: 1 - ступень детандера для привода электрогенератора, 2 - ступень детандера для привода компрессора, 3 - электрогенератор, 4 - компрессор, 5 - теплообменник, 6 - дроссель, 7 - испаритель, 8 - газопровод высокого давления, 9 - детандерные регулировочно-запорные задвижки, 10 - насос, 11, 12 - электроприводные задвижки, 13 - вход и выход низко потенциального теплоносителя, 14, 15, 16, 17 - датчики давления и температуры.

13 - компьютеризированный блок управления, 14 - датчик температуры, 15 - датчик давления, 16 - газопровод низкого давления перед горелками котла, 17 - байпасная регулировочно-запорная электроприводная задвижка.

Назначение и взаимодействие элементов следующее.

Ступень 1 осевого детандера находится на одном валу с электрогенератором 3 и служит для сообщения ему вращательного движения.

Ступень 2 осевого детандера находится на одном валу с компрессором 3 и служит для сообщения ему вращательного движения.

Компрессор 4 служит для создания разрежения в испарителе 7 за счет отсасывания из него хладагента (на фигуре хладагент позицией не обозначен), последующего сжатия и подачи его в газовый теплообменник 5, во внутри трубное пространство которого поступает для нагрева топливный газ из газопровода 8 высокого давления.

Дроссель 6 служит для охлаждения хладагента и превращения его в жидкое состояние за счет расширения.

Испаритель 7 служит для передачи теплоты от низко потенциального теплоносителя 11 хладагенту. В заявляемом изобретении в качестве варианта низко потенциального теплоносителя 11 используется обратная циркуляционная нагретая воды после конденсаторов паровых турбин (на фиг. не конденсаторы показаны). Детандерные регулировочно-запорные электроприводные задвижки 9 служат для регулирования расхода топливного газа на ступень детандера 2 привода компрессора и отключения обеих ступеней детандера в случае профилактического осмотра.

Насос 10 служит для подачи низко потенциального теплоносителя 11 в испаритель 7. Вращение частотно регулируемого электродвигателя (на фиг не показан) для привода насоса 10 осуществляется за счет электроэнергии, вырабатываемой электрогенератором 3.

Компьютеризированный блок управления 13, соединенный электрическими связями с насосом 10 подачи низко потенциального теплоносителя 11 в испаритель 7, с задвижками 9, с датчиками температуры 14 и давления 15 на газопроводе низкого давления 16 и на газопроводе непосредственно после теплообменника 5, служит для управления в автоматическом режиме расходом низко потенциального теплоносителя по его температуре на выходе 12, а также для регулирования температуры и давления топливного газа в газопроводе 16.

Байпасная регулировочно-запорная электроприводная задвижка 17 служит для подачи топливного газа со стороны газопровода 8 высокого давления на сторону газопровода низкого давления 16 при закрытых задвижках 9.

При недостатке вырабатываемой электрогенератором 3 электроэнергии, насос 10 подключается к внешней электросети (на фиг. электросеть не показана) в автоматическом режиме

по электрическому сигналу с компьютеризированного блока управления 13.

Заявляемое устройство работает следующим образом.

В соответствии с требуемой тепловой нагрузкой котла (на рис. котел не показан) при подаче электрического напряжения от внешней электросети компьютеризированный блок управления 13 по программе на основе электрического сигнала с первичного датчика регулирования тепловой мощности котла устанавливает степень открытия задвижек 9 на ступенях детандера 1 и 4 и количество подаваемого насосом 10 в испаритель 7 низко потенциального теплоносителя 11 (на фиг. линии электрической связи котла с компьютеризированным блоком управления 13 не показаны).

После открытия основной задвижки (на фиг. не показана) на газопроводе 8 топливный газ под повышенным давлением проходит внутри трубчатого теплообменника 5 и при закрытой задвижке 17 поступает на ступень детандера 2, на которой происходит расширение топливного газа и механическая энергия передается через вал для привода компрессора 4.

После ступени детандера 2 топливный газ с пониженными температурой и давлением поступают на детандерную ступень 1, на которой происходит дальнейшее понижение температуры и давления топливного газа, а механическая энергия используется для привода электрогенератора 3.

Далее топливный газ через задвижку 9 поступает в газопровод низкого давления 16 для сжигания в котле.

Компрессор 4 за счет получаемой механической энергии при открытых всасывающих и нагнетательных запорных вентилях (на фиг. позициями не обозначены) сжимает хладагент и температура его повышается. Горячие пары хладагента нагнетаются компрессором в теплообменник 7, в котором теплота сжатия и теплота низко потенциального теплоносителя передаются холодному топливному газу, поступающему во внутри трубное пространство теплообменника 5.

Топливный газ нагревается, а хладагент охлаждается и поступает в дроссель 6, в котором происходит его расширение и превращение в жидкое состояние. После дросселя хладагент поступает в испаритель 7, в котором за счет теплоты, получаемой от низко потенциального теплоносителя происходит его кипение и испарение. Пары хладагента отсасываются компрессором 4 и циклы повторяются.

По температуре теплоносителя 12 после испарителя, измеренной датчиком температуры 14, который соединен электрической связью с компьютеризированным блоком управления 13, на основании электрических сигналов с датчиков температуры 14 и давления 15 вводится корректировка на степень открытия задвижек 9 и 17 и на частоту вращения электропривода насоса 10.

Литература

1. *В.С.Агабабов, А.В.Корягин, Э.К.Аракелян, Ю.Л.Гуськов и др.* Влияние детандер-генераторного агрегата на тепловую экономичность ТЭЦ. Электрические станции.-1997.-Спец.выпуск.-С.77-82.
2. *Таймаров М.А.* Котельная установка с поворотными горелочными устройствами. Материалы Международной научно-технической конференции «Инновационные машиностроительные технологии, оборудование и материалы-2013. 11 -13 сентября 2013 г. Казань, 2013.
3. *Степанец А.А.* Энергосберегающие турбодетандерные установки / Под ред. А.Д.Трухния. М.: ООО «Недра-Бизнесцентр».-1999. -258 с.
4. *Мухутдинов А.Р., Вахидова З.Р.* Результаты изучения картины процесса горения твердого использованием информационных технологий. Вестник КНИТУ. - 2013. №3.- С.69-71
5. *Сафин Р.Г., Тимербаев Н.Ф., Садртдинов А.Р., Просвириков Д.Б.* Разработка технологии переработки высоковлажных древесных отходов в высокооктановые компоненты моторного топлива. Вестник КНИТУ. – 2013. №7.- С.250-252

© **М. А. Таймаров** – д-р техн. наук, проф. каф. ПДМ КНИТУ; **И. А. Афанасьев** – студ. каф. КУПГ КГЭУ; afanasev.ivan.a@gmail.com.