

УДК 621.311.22

ОБ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ДЕТАНДЕР-ГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ

Алексеев А.В.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Тарасевич Л.А.

В настоящее время получение электрической энергии с применением ресурсосберегающих, 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 энергосбережения 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 процесса редуцирования 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.

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, а также на Гомельской ТЭЦ-2 имеется установка, мощностью 4 МВт.

Основными частями детандер-генераторного агрегата являются детандер и электрический генератор. Детандер представляет собой тепловую машину, рабочим телом в которой является транспортируемый природный газ. Энергия природного газа при его расширении в детандере преобразуется в механическую энергию, которая затем в соединенном с детандером генераторе преобразуется в электрическую энергию. Отсутствие процесса сжигания газа обеспечивает полную экологическую чистоту технологического процесса. Эти особенности турбодетандерных агрегатов, потенциальная масштабность их внедрения, служат основанием для дальнейшего развития и совершенствования их технологических схем, конструкции узлов и систем, а также – для разработки их новых модификаций и размеров.

Исполнение детандер-генераторной установки – блочно-комплектное, полной заводской готовности. Технологические процессы полностью автоматизированы. Все оборудование ДГА устанавливается поблочно в помещении (здании), разделенном на отсеки для турбодетандера, генератора, аппаратов высоковольтной части электрооборудования, КИП и А и пульта управления. ДГА включает в себя следующие основные функциональные части: технологическое оборудование, систему регулирования и маслоснабжения, систему автоматического управления.

ДГА состоит из следующих блоков, входящих в комплект поставки:

- блок детандер-генераторный.
- блок системы маслоснабжения.

- блок маслоохлаждения.
- блок стопорно-дозировочный.
- блок байпасный.
- программно-технический комплекс автоматизированной системы управления технологическим процессом (ПТК САУ).
- комплектное распределительное устройство (КРУ).
- распределительное устройство собственных нужд ДГА (РУСН).

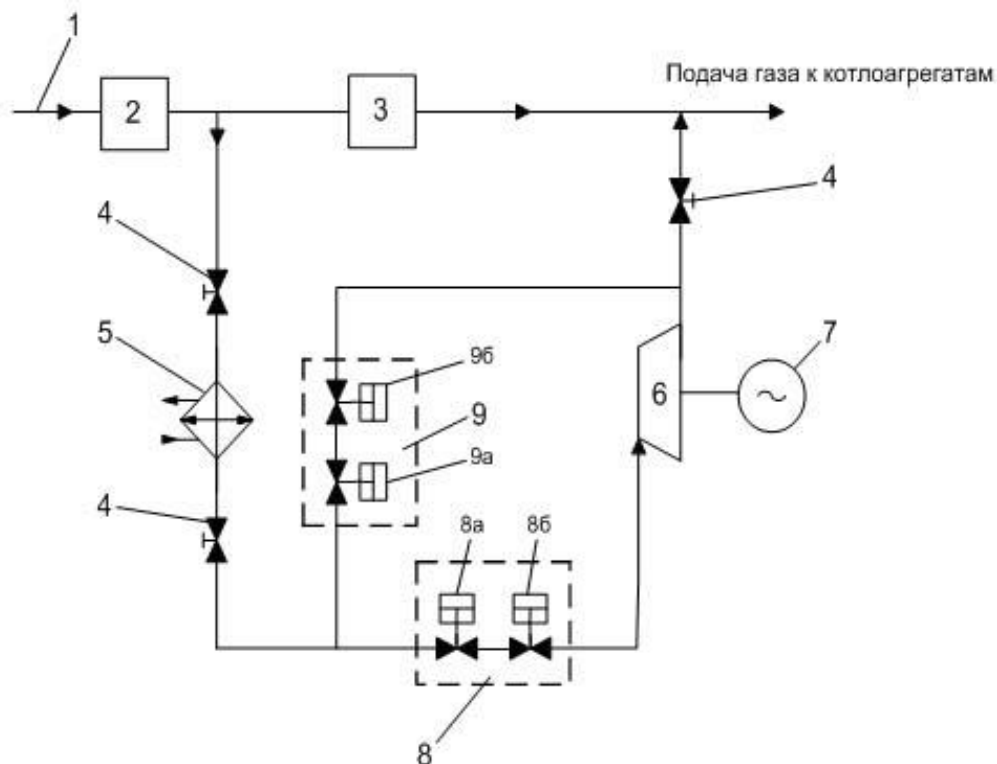


Рисунок 1 – Принципиальная технологическая схема

1 – подвод газа к ГРП; 2 – узел очистки газа; 3 – ГРП; 4 – электроздвижка; 5 – газоподогреватель (теплообменный аппарат); 6 – турбодетандер; 7 – электрогенератор; 8 – блок регулирующего клапана, где: 8а – стопорный клапан (СК); 8б – дозирующий клапан (ДК); 9 – блок байпасный, где: 9а – клапан защиты (КЗ); 9б – регулятор давления газа (РДГ)

Природный газ из входного коллектора, пройдя узел очистки, поступает в подогреватель газа, затем через блок, стопорно-дозировочный – в турбодетандер (рисунок 1). При расширении газа в детандере, жестко связанном при помощи зубчатой трансмиссии и редуктора с генератором, потенциальная энергия сжатого газа преобразуется в механическую, приводя в действие генератор, который производит электрическую энергию (рисунок 2). Далее электроэнергия через повышающий трансформатор направляется в электрическую сеть 110 кВ.



Рисунок 2 – Помещение генераторного отделения ДГУ на Гомельской ТЭЦ-2

После расширения в турбодетандере газ через отключающую задвижку направляется к котлоагрегатам ТЭЦ.

Для обеспечения бесперебойной подачи газа потребителю ДГА снабжена байпасной линией, в комплект поставки, которой входят клапан защиты (КЗ) и регулятор давления газа (РДГ).

Поскольку газ при расширении охлаждается, то для того, чтобы на выходе из детандера его температура была не ниже $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, газ перед детандером должен быть подогрет. Это связано с обеспечением нормальных условий работы как самого детандера, так и газовых трубопроводов. Температура, до которой надо подогреть газ, зависит от перепада давлений и может достигать $80\text{--}100\text{ }^{\circ}\text{C}$.

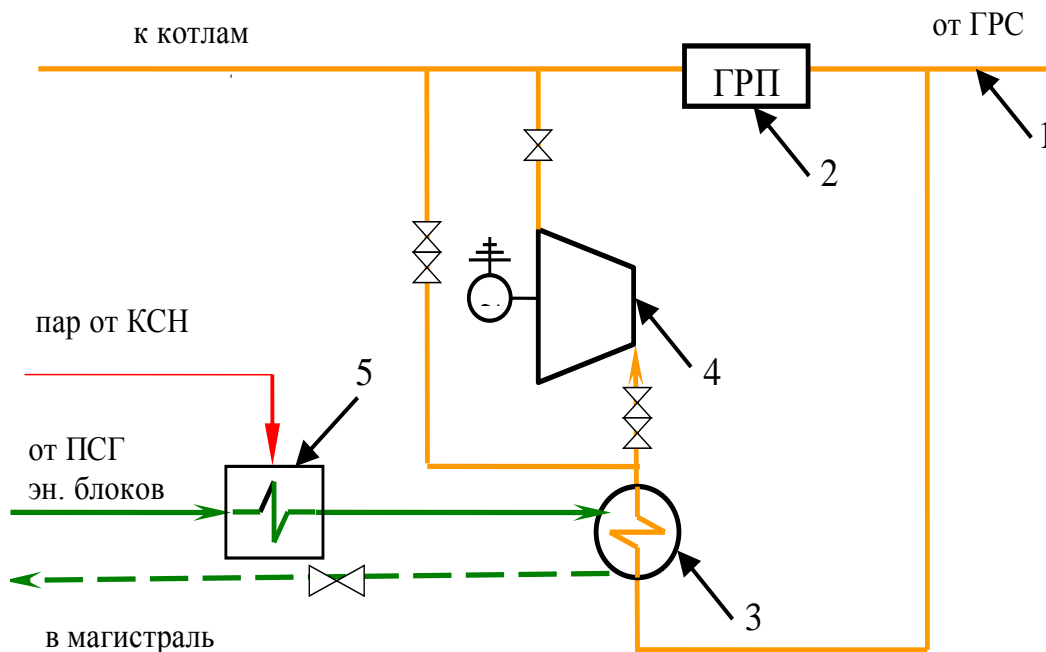


Рисунок 3 – Схема подгрева газа на примере Гомельской ТЭЦ-2
1 – подвод газа к ГРП; 2 – ГРП; 3 – газоподогреватель (теплообменный аппарат); 4 – турбодетандер; 5 – подогреватель сетевой воды ДГУ

В случае аварийной остановки агрегата срабатывает стопорный клапан (СК), который перекрывает подачу газа на ДГА. Одновременно с закрытием СК открывается быстросрабатывающий клапан защиты (время закрытия СК и открытия КЗ составляет 0,3 с) и газ в обход ДГА поступает в выходной коллектор ГРП. В это время давление в газопроводе после УТДУ обеспечивается регулятором давления газа. В случае невозможности продолжения работы установки начинают автоматически открываться редуцирующие клапаны ГРП и постепенно закрываться РДГ. После полного закрытия клапанов РДГ и КЗ газораспределительный пункт переходит на штатный режим функционирования. В это время давление в газопроводе после ДГА обеспечивается регулятором давления газа. В случае невозможности продолжения работы установки начинают автоматически открываться редуцирующие клапаны ГРП и постепенно закрываться РДГ. После полного закрытия клапанов РДГ и КЗ газораспределительный пункт переходит на штатный режим функционирования.

Высокая энергетическая эффективность детандер-генераторных агрегатов определяется, прежде всего, следующим. Несмотря на то что в ДГА происходят преобразования внутренней энергии рабочего тела в механическую, в основе его действия не лежит циклический процесс, как того требует классическое определение теплового двигателя, для обеспечения работы которого, согласно II закону термодинамики, необходимо отдавать часть подведенной теплоты холодному источнику. Природа детандера такова, что почти вся подведенная к нему теплота (за исключением механических потерь и потерь от необратимости теплообмена) может быть преобразована в механическую энергию.

Важная составляющая ДГА - система автоматического управления (САУ), которая является основным логическим и управляющим элементом агрегата. САУ позволяет обеспечивать дистанционное автоматизированное управление подготовкой и пуском агрегата, контроль и регулирование параметров в процессе работы, поддержание заданной температуры сепарации, нормальную и аварийную остановку агрегата, отображение контролируемых параметров на экране монитора.

Опыт эксплуатации данных установок позволяет утверждать, что они полностью соответствует современному уровню развития техники. Их использование дает возможность ввести в хозяйственный оборот вторичные энергоресурсы, получить дополнительную мощность, снизить расход топлива, а также улучшить экологические показатели. Кроме того, детандер-генераторы относятся к оборудованию, созданному по «бестопливным» технологиям, поддерживаемым Киотским протоколом к конвенции ООН по изменению климата. Поэтому реализация этих проектов может проводиться с использованием механизма привлечения средств за счёт продажи квот на эмиссию парниковых газов.

Эти факторы служат основанием для дальнейшего развития и совершенствования технологических схем ДГА и расширения их использования в нашей стране. К сожалению, количество турбодетандерных установок, находящихся в эксплуатации в Республике Беларусь и других странах СНГ, значительно меньше, чем в развитых странах Европы и Америки. Это связано с тем, что до недавнего времени на постсоветском пространстве вопросы утилизации энергии, теряемой в промышленных и технологических процессах, считались неактуальными. И только в последние годы проблеме снижения затрат на производство промышленной продукции или транспортировку газа здесь стали уделять должное внимание.

Перспективным на сегодняшний день направлением видится внедрение аналогичных утилизационных детандерных установок не только на газорегуляторных пунктах электростанций Белорусской энергосистемы, но и в большей степени на газораспределительных станциях ОАО «Белтрансгаз», где перепады давления и расходы газа больше. Это значительно повысит эффективность использования вторичных энергетических ресурсов в Республике Беларусь.