

Использование потенциальной энергии сжатого природного газа для выработки электрической энергии

Мавжудова Ш. С.¹, Усмонов Н. О.²

¹Мавжудова Шахло Сайдигафаровна / Mavjudova Shahlo Saydigafarovna – старший преподаватель, кафедра теплоэнергетики,

Ташкентский государственный технический университет;

²Усмонов Низомжон Орифович / Usmonov Nizomjon Orifovich – старший научный сотрудник-соискатель, Институт энергетики и автоматики

Академия наук Республики Узбекистан, г. Ташкент, Республика Узбекистан

Аннотация: в статье рассмотрена выработка электрической энергии в газораспределительных станциях и газораспределительных пунктах, за счет перепада давления природного газа.

Ключевые слова: газотурбинные двигатели, утилизационные установки, компрессорная станция, высокая давления, природный газ.

Энергосбережение в Узбекистане заставляет по-новому взглянуть на многие технологические процессы, которым ранее не уделялось должного внимания. Такого внимания заслуживает утилизация потенциальной энергии давления природного газа, транспортируемого в трубопроводах. По отводам от газопроводов газ направляется к газораспределительным станциям и газораспределительным пунктам, в которых давление уменьшается до 1,2 и 0,15 МПа. В некоторых случаях, например, для подачи газа в газотурбинные двигатели компрессорных станций и электростанций, давление снижается до 1,5 – 3,5 МПа.

Уменьшение давления газа обычно производится в дросселирующих устройствах различных типов, в которых энергия избыточного давления газа расходуется на преодоление гидравлических сопротивлений и таким образом безвозвратно теряется. Правда, при этом в ряде случаев возможно получение достаточного количества холода.

Газ из магистрального трубопровода вместо дросселирующего устройства подают в специальную машину, так называемый детандер. Это трехступенчатая турбина, в принципе по конструкции мало чем отличающаяся от обычных газовых и паровых турбин. Газ входит в нее под высоким давлением, расширяется там и выходит с низким давлением. Когда газ расширяется, его температура понижается, так как он отдает при этом тепловую энергию. Согласно первому закону термодинамики. За счет изменения энергии газа совершается работа: воздействуя при расширении на сопловые лопатки турбины, газ заставляет вращаться ее вал. Новая конструкция лопаток позволяет при изменении давления газа поддерживать стабильным его расход в турбине и тем самым стабилизировать ее выходную мощность. Вал турбины связан с валом электрогенератора, чем и образуется детандер-генераторный агрегат (ДГА). Таким образом, энергия сжатого газа, прежде выбрасываемая в атмосферу, теперь преобразуется в электрическую энергию. Газ же низкого давления из турбины направляется потребителю.

Но чтобы при его расширении детандер не обледеневал (температура газа понижается на 60—70 °С), газ перед поступлением в турбину пропускают через теплообменник, в котором он нагревается теплом отработанного теплоносителя, например подогретой водой или мокрым паром ТЭЦ. Этот подогрев одновременно дополнительно увеличивает энергию газа, из-за чего возрастают выполняемая им работа в турбине, а следовательно, ее мощность и КПД.

Если учесть существующие и постоянно растущие в мире расходы природного газа, то при подобном дросселировании потери энергии составят многие десятки миллиардов киловатт*часов в год.

На основании многолетнего опыта работы в газовой промышленности общепризнан факт, что применение турбодетандерных агрегатов для подготовки и переработки газа обуславливает простоту, надежность, низкую металлоемкость конструкций и широкий диапазон режимов, отсутствие влияния на окружающую среду.

Научные предпосылки и практики позволяют считать, что для утилизации энергии избыточного давления природного газа – этого вторичного источника энергии – турбодетандерные установки в наибольшей степени соответствуют задаче экологической обстановки.

Известные сейчас турбодетандерные утилизационные установки применяются на газораспределительных станциях, на газораспределительных пунктах различных энергетических объектах, например на газотурбинных компрессорных станциях магистральных газопроводов и тепловых электрических станциях.

Подача газа потребителям обеспечивается газопроводами низкого давления. Отвод газа к потребителю от магистрального газопровода и снижение его давления происходит на газораспределительных станциях (ГРС) и пунктах (ГРП), при этом энергия от расширения газа безвозвратно теряется в окружающую среду. На ГРС давление газа снижают до 1,2-1,6 МПа и затем на

ГРП до давления 0,1-0,3 МПа [1]. Расчеты показывают, что при использовании перепада давления на ГРС на каждые 1000 м³ природного газа, при расширении в турбодетандерных установках от 4,0 до 0,6 МПа можно выработать 47 кВт*ч электрической энергии и примерно столько же холода на уровне -100 °С [2].

Упрощенная схема ГРС (ГРП) представлена на рисунке 1. Газ из магистрального газопровода отбирается с высоким давлением, подается на дросселирующее устройство, где природный газ расширяется до нужного давления. В результате расширения температура существенно снижается и для подачи потребителю газ нагревается с помощью подогревателей до температуры +10 °С.

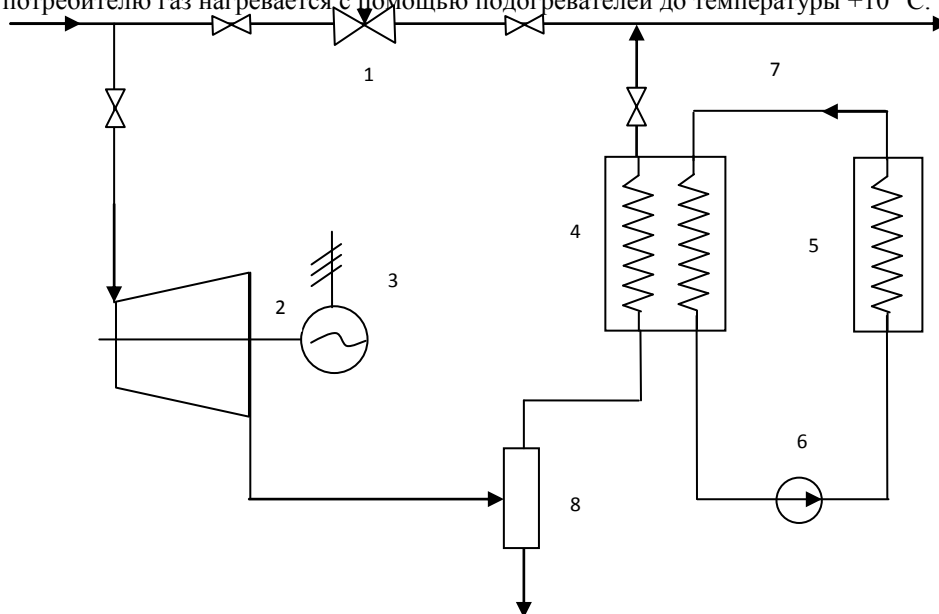


Рис. 1. Принципиальная схема электротехнологической детандерной установки

Обозначения: 1 - редукционный клапан ГРС, 2 - винтовой детандер, 3 - электрогенератор, 4 - теплообменник, 5 - холодильная камера, 6 - циркуляционный насос, 7 - контур хладагента, 8 - сепаратор.

Сегодня количество турбодетандерных установок, находящихся в эксплуатации в Узбекистане и в других странах СНГ, значительно ниже, чем в развитых странах Европы и Америки.

В Узбекистане, в Шуртане в 1995 году реализован проект установки ЛенНИИХиммаша по сжижению пропан-бутановой фракции природного газа с использованием турбодетандерных агрегатов (УПБС). Установка успешно эксплуатируется, производство расширяется, на сегодняшний день реализуется уже 6-я очередь строительства УПБС. Проектируется аналогичная установка для сжижения газов на Мубарекском ГПЗ. Для 1-й очереди использовался ДГА фирмы «СуперФлоу», для остальных установок были закуплены ДГА ОАО «Турбогаз» (Харьков) и НПО «Гелиймаш» (Москва).

Имеются отдельные примеры успешной реализации идеи использования перепада давления путем установки крупных турбодетандерных агрегатов для выработки электроэнергии (ТЭЦ-22, Москва).

Целесообразность строительства таких комплексов именно на крупных ГРС не вызывает сомнения. В то же время в системе газоснабжения страны имеется огромное количество небольших ГРС и крупных ГРП, где происходит редуцирование газа (например с 1,2 до 0,3 МПа).

Конечно же, детандер-генераторные агрегаты не могут составить конкуренции крупным электростанциям, но в пересчете на киловатт мощности они требуют гораздо (в 2—4 раза) меньших капитальных затрат — в зависимости от мощности ДГА примерно до 450 долларов, их можно достаточно быстро, за несколько месяцев, размещать на территориях уже действующих тепловых станций, окупаются они за 2,5—3 года, и они экологически чисты.

Чтобы получить киловатт*час от детандер-генератора, на подогрев газа тратится примерно 70 грамм условного топлива, в то время как для выработки такого же количества электроэнергии на ТЭЦ сжигается до 300 гр. Но тепло, используемое в детандере, отбирается у пара, который предварительно уже поработал в паровой турбине, благодаря чему была произведена электроэнергия. Тем самым увеличивается КПД ТЭЦ. Если КПД тепловых турбинных установок не превышает 40%, самых лучших парогазовых установок (газотурбинные двигатели в сочетании с паровой турбиной) — 50 %, то КПД детандер-генераторного агрегата достигает 75%, а себестоимость вырабатываемой им электроэнергии существенно ниже, чем на тепловых станциях.

Эксергетический КПД ДГА при подогреве уходящими газами котла ПТУ, газовой турбины или других теплоиспользующих установок достигает достаточно высоких значений. Применение ДГА позволяет эффективно использовать вторичные тепловые ресурсы для выработки электроэнергии.

Использование пара отборов из турбины для подогрева газа в ДГА повышает эксергетический КПД ПТУ и обеспечивает экономию топлива на уровне 3...3,5 гр.у.т./(кВт*ч) для ТЭС с турбинами конденсационного типа [3].

Расчеты и опыт эксплуатации зарубежных и отечественных детандер-генераторных установок подтверждают величину относительной выработки электроэнергии в размере 30...50 кВт/тыс. нм³. Использование детандер-генераторных установок дает возможность не только ввести в хозяйственный оборот вторичные энергоресурсы и обеспечить выработку электроэнергии, но и обеспечить снижение уровня вредных выбросов по сравнению с традиционными технологиями.

Литература

1. *Черных А. П.* Использование перепада давления газа, редуцируемого на ГРС и ГРП для получения электроэнергии и тепла / А. П. Черных // Вісник інженерної академії України, 2009. № 1. С. 251-256.
2. Использование перепада давления на ГРС для выработки электрической. Пятничко А. И, Сергій Крушневич.
3. *Агабабов В. С.* Влияние детандер генераторных агрегатов на тепловую экономичность работы конденсационных электростанций // Теплоэнергетика, 2001. №4. С. 51-55.