

Суюндикова Р. Ф.

магистр, КГЭУ

Ахметов Э.А.

к.т.н, доцент, КГЭУ

**РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ
ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ ДЕТАНДЕР-ГЕНЕРАТОРНОГО
АГРЕГАТА ДЛЯ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СТАНЦИИ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ В КАЧЕСТВЕ СИСТЕМЫ ПОДОГРЕВА ГАЗА
ТЕПЛОЙ НАСОСНОЙ УСТАНОВКИ**

Аннотация: Разработка технологий ресурсосбережения существующих источников энергии является одной из приоритетных задач Энергетической стратегии России, которая предусматривает сокращение потерь и снижение затрат на всех стадиях технологического процесса при добыче, подготовке и транспорте природного газа. На сегодняшний день весьма перспективной является утилизация энергии избыточного давления природного газа на газораспределительных станциях (ГРС) с помощью детандерных установок. Решением проблемы отсутствия подогрева газа в детандер-генераторном агрегате (ДГА) может стать схема установки с подогревом за счет применения системы подогрева газа тепловой насосной станции.

Ключевые слова: детандер-генераторный агрегат, газораспределительная станция, тепловая насосная установка, ресурсосбережение.

Разработка технологий ресурсосбережения существующих источников энергии является одной из приоритетных задач Энергетической стратегии России, которая предусматривает сокращение потерь и снижение затрат на всех стадиях технологического процесса при добыче, подготовке и транспорте природного газа. На сегодняшний день весьма перспективной

является утилизация энергии избыточного давления природного газа на газораспределительных станциях (ГРС) с помощью детандерных установок. Решением проблемы отсутствия подогрева газа в детандер-генераторном агрегате (ДГА) может стать схема установки с подогревом за счет применения системы подогрева газа тепловой насосной станции.

В современных условиях актуальной является ситуация, складывающаяся на рынке электроснабжения страны. С 2008 года цены на электроэнергию в России для промышленных предприятий в среднем выросли на 70 %. На основании данных, приведенных в [1], по итогам 2012 года цена на электроэнергию для промышленных предприятий в России составила в среднем 3 руб./кВт • ч, при этом уровень качества обеспечения бесперебойного питания системами электроснабжения [2, 3] с каждым годом ухудшается. Высокая степень изношенности оборудования электростанций приводит к снижению надежности и эффективности его работы [4]. Одним из необходимых условий обеспечения требуемого уровня промышленной безопасности газотранспортных предприятий является надежность электроснабжения объектов.

Кроме этого, по данным [5-7], по состоянию на 2015 год Россия занимает первое место в мире по объему запасов природного газа, но лишь семьдесят восьмое место по их достаточности при текущем объеме добычи в 655,067 млрд³/год. В России запасов природного газа при прочих равных условиях добычи хватит почти на 80 лет. В связи с этим существуют следующие пути рационального использования природных энергетических ресурсов:

- поиск и разработка новых источников энергии;
- поиск и разработка технологий ресурсосбережения существующих источников энергии.

Поиск и разработка технологий ресурсосбережения существующих источников энергии является одной из приоритетных задач Энергетической стратегии России на период до 2020 года, которая предусматривает

сокращение потерь и снижение затрат на всех стадиях технологического процесса при добыче, подготовке и транспорте природного газа.

С точки зрения применения альтернативных источников электроснабжения и энергосбережения в газотранспортной системе на сегодняшний день весьма перспективной является утилизация энергии избыточного давления природного газа на газораспределительных станциях (ГРС) с помощью детандерных установок [8]. Мировой опыт эксплуатации данных установок показывает надежность и эффективность их применения на ГРС промышленных предприятий, однако в нашей стране применение детандерных агрегатов еще не получило широкого распространения.

Задача утилизации энергии избыточного давления природного газа технически реализуется в турбодетандерных агрегатах. Детандер-генераторный агрегат (ДГА) представляет собой устройство, в котором энергия потока транспортируемого природного газа преобразуется сначала в механическую энергию в детандере, а затем в электроэнергию в генераторе.

Проведены исследования существующих схем подогрева газа в ДГА. На основании изученных материалов автором выделены критерии для выбора оптимальной системы подогрева газа. Критерии разделены на первоначальные и расчетные. Первоначальные критерии определяются сразу, при выборе ДГА, расчетные же устанавливаются на стадии проектирования установки.

К первоначальным критериям отнесены:

1. Назначение установки:
2. Проектные решения ГРС:
3. Пространственное расположение ГРС:
4. Влияние систем подогрева газа ДГА на работу газопотребляющего оборудования (за критерий принята разность энтальпий - ДА газа на выходе и входе в установку ДГА).
5. Техничко-экономические показатели:
6. Экология, охрана труда, промышленная и пожарная безопасность.

На основании представленных критериев можно сделать следующие выводы по ДГА:

1. ДГА будет предназначен для получения электроэнергии для удовлетворения собственных нужд ГРС и реализации на сторону.

2. Для системы подогрева газа отсутствует возможность применения утилизационных установок (отсутствие проектных подогревателей газа и неприемлемость применения тепловых установок с утилизацией газа).

3. В качестве источников для подогрева газа невозможно использовать теплоту вторичных энергетических ресурсов.

4. Для системы подогрева газа возможно применение возобновляемого источника энергии -низкопотенциального источника теплоты.

Ввиду вышеизложенного возможной и скорее всего единственной технологической схемой ДГА, при текущих условиях на ГРС-3, является схема работы ДГА совместно с тепловой насосной установкой, в которой газ перед детандером подогревается с помощью нагретого механическим путем воздуха после воздушного компрессора. При таком техническом решении для обеспечения нормальной работы ДГА используется тепловая энергия окружающей среды, в данном случае атмосферного воздуха. Эта схема представляет собой разновидность схемы подогрева с тепловым насосом.

Проблема применения ДГА для выработки электрической энергии на ГРС-3 г. Магнитогорска на данный момент связана с отсутствием в технологической схеме станции подогревателей газа, а, как известно, подогрев газа перед входом в детандер влияет на технико-экономические показатели всего агрегата. Необходимость подогрева газа связана с возможностью получения при рабочих режимах установки отрицательных (до $-60\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже) температур рабочего тела, что накладывает особые условия по обеспечению требуемого технологического режима работы газопровода. Можно отказаться от подогрева газа в ДГА, например, при производстве сжиженного природного газа (СПГ), но в случае получения одной электрической энергии, особенно в большом объеме, полностью

исключить систему подогрева не удастся. Возможность создания на ГРС-3 утилизационных установок для подогрева газа ограничена использованием в качестве топлива природного газа, что является экономически (дополнительный расход газа) и экологически (сжигание газа) неблагоприятными сторонами при выборе данных установок.

В настоящее время применение в различных отраслях промышленности получили системы, для выработки теплоты в которых применяются экологически безопасные технологии, основанные на использовании в качестве топлива либо возобновляемых (природных) низкопотенциальных источников теплоты, либо нанотехнологий (в частности биогазов).

Решением проблемы отсутствия подогрева газа в ДГА может стать схема установки с подогревом за счет теплоты возобновляемого источника энергии, низкий температурный потенциал которой повышается с применением теплонасосной установки. Насосная установка, в данном случае может быть как воздушная (ВТНУ), так и паро-компрессионная (ПТНУ). В обеих установках низкопотенциальным источником теплоты может выступать атмосферный воздух, который нагревается либо механическим путем в ВТНУ за счет сжатия в компрессоре, либо в контуре хладагента в ПТНУ.

Одним из недостатков рассматриваемых схем ВТНУ является низкая доля отдаваемой в сеть (полезной) электроэнергии и малая вероятность получения заданных температур (от +60 °С) газа перед детандером при использовании одноступенчатого подогрева газа. Многоступенчатый же подогрев газа ведет к увеличению стоимости оборудования и еще большему уменьшению доли электроэнергии, вырабатываемой в сеть. Добиться высоких показателей эффективности работы ДГА возможно использованием пароконпрессионной тепловой насосной установки.

Список литературы

1. Кулаков, А.С. Отраслевой обзор «Теплоэнергетика России 2012-2016. 10 лет с начала энергореформы» / А. С. Кулаков, С.Н. Поповский // Теплоэнергетика. - 2016. - № 1. - С. 1-15.
2. Исследование сходимости метода расчета установившихся режимов систем электроснабжения при работе раздельно с энергосистемой / О.В. Буланова, В.А. Игуменцев, А.В. Малафеев, Ю.Н. Ротанова // Электротехнические системы и комплексы. - 2005. - № 10. - С. 129-134.
3. Влияние высоковольтных двигателей собственных нужд на надежность системы электроснабжения собственных нужд ТЭЦ ОАО «ММК» / А.В. Малафеев, О.И. Карандаева, Ю.Н. Ротанова, О.В. Буланова // Электротехнические системы и комплексы. - 2009. - № 17. - С. 96-104.
4. Методика прогнозирования остаточного ресурса электрооборудования при эксплуатации / К.Э. Одинцов, Ю.Н. Ротанова, О.И. Карандаева и др. // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2010. - № 3-1. -С. 192-198.
5. Cinnella, P. Efficient Implementation of Short Fundamentals. Equations of State for Numerical Simulation of Dense Gas Flows / P. Cinnella, S.J. Hercus // Conference Paper of 42nd AIAA Thermophysics Conference, At Honolulu, Hawaii, Volume: AIAA 20113947. - 2011. DOI 10.2514/6.2011-3947
6. Quantification of Thermodynamic Uncertainties in Real Gas Flows / P. Cinnella, P. Congedo, L. Pa-russini, L. Pediroda // Int J Eng Syst Modell Simul. - 2010. - P. 12-24. DOI:10.1504/ijesms. 2010.031867
7. Nannan, N.R. Advancements in Non-Classical Gas Dynamics. Ph.D. thesis / N.R. Nannan. - Technische Universiteit Delft, 2009.
8. Zamfirescu, C. Performance Investigation of High-Temperature Heat Pumps with Various BZT Working Fluids / C. Zamfirescu, I. Dincer // Thermochemica Acta. -2009. -P. 66-67. DOI: 10.1016/j.tca.2009.01.028