

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВТОРИЧНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ КОМПРЕССОРНЫХ СТАНЦИЙ МАГИСТРАЛЬНОГО ГАЗОПРОВОДА ДЛЯ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

Д.т.н. В.А. Седнин, маг.т.н. А.А. Абразовский
*Белорусский национальный технический университет
Республика Беларусь, Минск*

Аннотация. Рассмотрена возможность использования вторичных энергетических ресурсов компрессорных станций магистрального газопровода для энергообеспечения предприятий агропромышленного комплекса. Предложена технологическая схема газоперекачивающего агрегата с детандер-генераторной установкой и теплообменными аппаратами для охлаждения транспортируемого природного газа и воздуха, всасываемого в компрессор двигателя. Указанная схема позволяет осуществлять производство электрической энергии, как для собственных нужд компрессорной станции, так и для стороннего потребителя, а также повысить эффективность работы ГТУ и линейного участка магистрального газопровода.

Ключевые слова: газотранспортная система, газоперекачивающий агрегат, газотурбинная установка, детандер-генераторная установка, абсорбционная холодильная машина, электрическая энергия.

USAGE OF WASTE ENERGY RESOURCES OF THE COMPRESSOR STATIONS OF GAS MAIN FOR ENERGY SUPPLY OF THE AGRO- INDUSTRIAL SYSTEMS.

Ph.D V.A. Sednin, Master of Science A.A. Abrazovskij
*Belarusian National Technical University
Republic of Belarus, Minsk*

Abstract: The opportunity of usage of waste energy resources of compressor stations of gas main for energy supply of the agro-industrial systems is considered. The technological scheme of the gas compressor facility with the expander-generator unit and heat exchangers for cooling of natural gas and intake air of compressor engine is developed. This scheme permits generating of electricity as for own needs of the compressor station and to external consumers. This scheme has energy efficiency of Gas Turbine Units and a linear sections of the gas main.

Keywords: transmission system, gas compressor unit, gas turbine unite, expander-generator unit, absorption refrigeration machine, electric energy.

К ключевым факторам, обеспечивающим повышение сельскохозяйственного производства, относятся, создание высокоэффективных интеграционных структур корпоративного типа по технологическим продуктовым цепочкам от производства исходного сырья до сбыта готовой продукции. Очевидно, что для успешного функционирования такого рода структур необходимо повышение существующего на данный момент уровня энергоэффективности. Энергосбережение возможно при проектировании методологии интенсивного энергосбережения на весь топливно-энергетический комплекс. Достижение синергетического результата в интегрировании энерготехнологических систем различных объектов не зависимо от их профиля деятельности. Лишь в этом случае возможна минимизация потерь эксергии ни в некотором частном сегменте, а в системе в целом. Очевидно, что при рассмотрении проблем энергоснабжения агропромышленного сектора необходимо подходить именно с этих позиций. В этом плане достаточно перспективным является рассмотрение задачи сопряжения предприятий агропромышленного комплекса с газотранспортной системой Республики Беларусь [1,2]. Обе системы являются распределенными и покрывают все территорию страны.

Газотранспортная система Республики Беларусь включает в себя более 7,9 тыс. км газопроводов, 13 компрессорных станций (КС), 3 подземных хранилища газа (ПХГ), 227 газораспределительных станций (ГРС), 27 автомобильных газонаполнительных компрессорных станций (АГНКС), 7 газоизмерительных станций (ГИС). Протяженность белорусской части магистрального газопровода «Ямал – Европа» составляет 575 км линейной части и 5 компрессорных станций (КС): «Оршанская», «Крупская», «Минская», «Несвижская», «Слонимская» [3]. Именно на КС и следует обратить внимание как на источник энергетических ресурсов.

В общем виде к вторичным энергетическим ресурсам (ВЭР) на КС относятся: теплота дымовых газы ГТУ; энергия избыточного давления дросселируемого топливного газа; теплота транспортируемого газа в системе охлаждения; энергия теплового излучения нагретыми поверхностями газоходов и ГТУ в машинных залах КС; теплота системы охлаждения смазочного масла. На сегодняшний день предложены несколько вариантов генерации электрической энергии, используя вторичные энергетические ресурсы КС. Некоторые из них нашли практическое применение в газотранспортной системе Российской Федерации, ФРГ, Италии. По применяемому типу оборудования их можно классифицировать по трем группам: паросиловые установки; детандер-генераторные установки и ГТУ с измененной последовательностью процессов. На рис. 1 приведена технологическая схема газоперекачивающего агрегата (ГПА) с детандер-генераторной установкой и теплообменными аппаратами для охлаждения транспортируемого природного газа и воздуха, всасываемого в компрессор двигателя. Дымовые газы после ГТУ разделяются на два потока. Первый поток направляется в теплообменный аппарат 5 для подогрева топливного газа, идущего на детандер. Второй поток направляется в теплообменный аппарат 10 для подогрева воды, идущей в абсорбционную холодильную машину. Холодная вода из абсорбционной холодильной машины направляется в теплообменные аппараты 1, 9 для охлаждения воздуха и транспортируемого природного газа соответственно. Электрическая энергия, вырабатываемая в детандер-генераторной установке идет на собственные нужды КС и стороннему потребителю (предприятие агропромышленного комплекса). Таким образом решаются три задачи:

- предприятие получает электрическую энергию на нужды производства;
- повышается эффективность работы ГТУ в летний период за счет охлаждения всасываемого в компрессор воздуха;
- повышается эффективность работы линейного участка магистрального газопровода за счет замены аппаратов воздушного охлаждения.

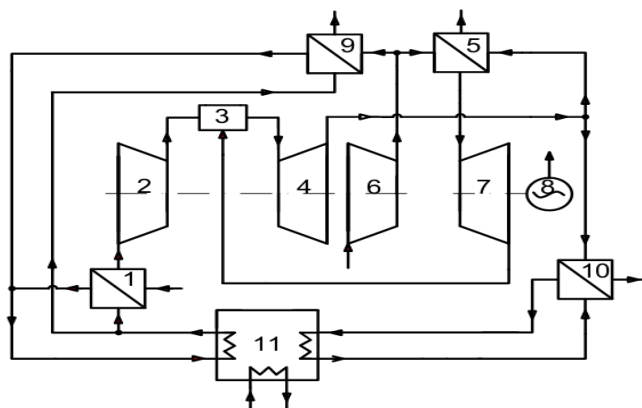


Рис. 1. Технологическая схема ГПА с детандер-генераторной установкой и теплообменными аппаратами для охлаждения транспортируемого природного газа и воздуха, всасываемого в компрессор

двигателя (1,5,9,10 – теплообменные аппараты, 2 – компрессор, 3 – камера сгорания, 4 – газовая турбина, 6 – нагнетатель, 7 – детандер, 8 – генератор, 11 – абсорбционная холодильная машина)

Получение тепловой энергии в виде горячей воды и пара возможно посредством использования утилизирующих теплообменников. Для генерирования пара высоких параметров необходимо использовать котел-утилизатор с дополнительным топочным устройством.

В качестве отправной точки для определения тепловых ВЭР компрессорной станции (КС) необходимо знать фактическую потребляемую мощность КС, а не номинальные показатели установленных ГПА. Показатели потребляемой мощности КС непосредственно связаны с производительностью газопровода, а именно отношением фактической и проектной производительности. Производительность магистрального газопровода может весьма сильно разниться в течение года [4], что явственно видно при рассмотрении режима работы белорусской части магистрального газопровода «Ямал – Европа» (рис. 2). При столь существенной изменчивости загрузки газопровода необходимо определить взаимосвязь производительности газопровода и потребляемой мощности КС. При рассмотрении газопровода с одинаковым расстоянием между КС, а также неизменными параметрами транспортируемого газа и установленных ГПА имеет место следующая зависимость: при изменении производительности газопровода на 1% потребляемая мощность КС изменится на 3,2-3,5 % [5].

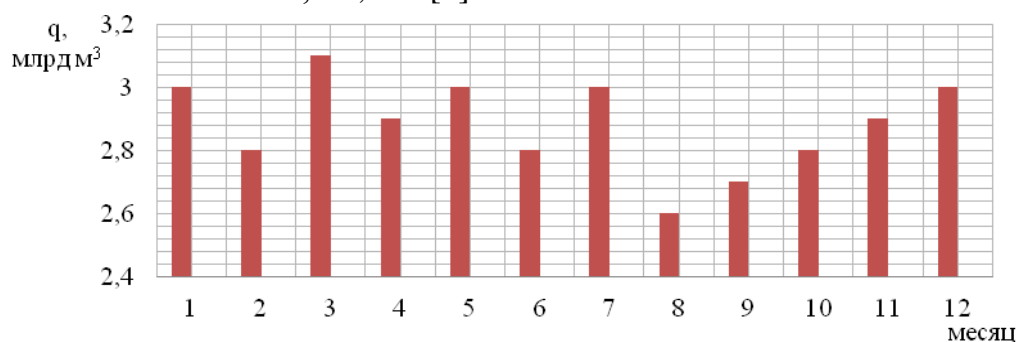


Рис.2. Изменение производительности белорусской части магистрального газопровода «Ямал – Европа»

Однако результаты статистического анализа технологических параметров нескольких КС демонстрируют отклонение теоретических и практических взаимосвязей между загрузкой газопровода и потребляемой мощностью КС [6]. Это отклонение вызвано, в первую очередь, изменениями параметров газа и использования ГТУ с различными КПД. Фактическая зависимость относительной потребляемой мощности КС от относительной производительности газопровода представлена на рис. 3.

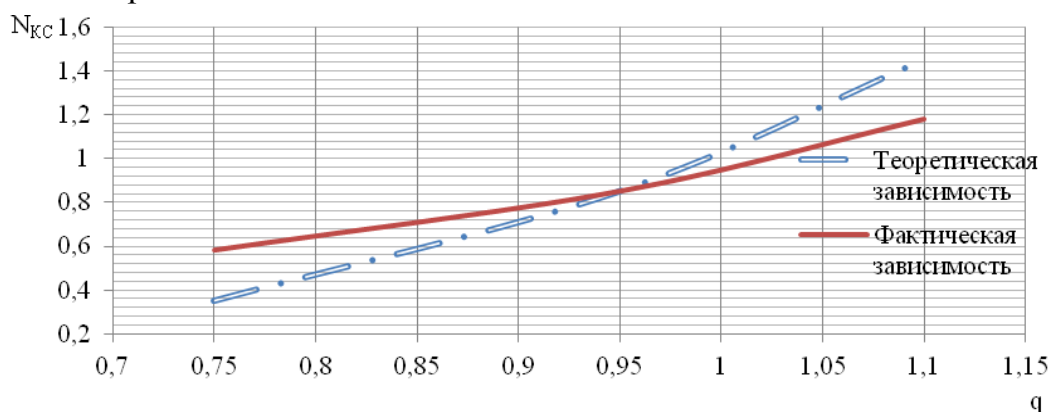


Рис.3. Зависимость относительной потребляемой мощности КС от относительной производительности газопровода

Следует понимать, что для использования ВЭР газотурбинных приводов независимо от утилизационной схемы необходимо предусматривать установку теплообменного оборудования, которое является причиной увеличения аэродинамического сопротивления выхлопного тракта [7]. Это, в свою очередь, оказывает влияние практически на все параметры ГТУ и, в результате, сказывается на режиме работы установки в целом. Наличие утилизатора приводит к тому, что процесс расширения в турбине идет не до атмосферного давления, а заканчивается на давлении несколько большим, достаточным для того, чтобы продукты сгорания могли преодолеть гидравлическое сопротивление утилизационных установок. Именно по этой причине, основное требование, предъявляемое к утилизационным теплообменникам это минимальное сопротивление газового тракта. Используя метод малых отклонений, были получены коэффициенты влияния изменения сопротивления выпускного тракта на эффективную мощность и эффективный КПД установки конкретного типа. При этом, необходимо учитывать, что коэффициенты влияния существенно зависят от начальных параметров цикла: температуры продуктов сгорания перед турбиной, степени сжатия воздуха в компрессоре. Изменения коэффициента влияния, обусловленные изменением температуры газов перед турбиной для ГТУ различных циклов отображены на рис. 4.

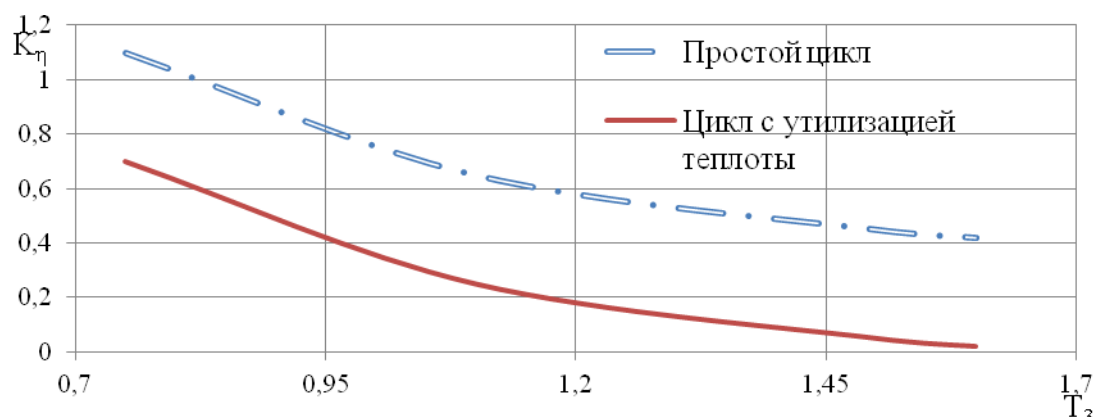


Рис. 4. Изменение коэффициента влияния сопротивления выпускного тракта на эффективный КПД ГТУ

Библиографический список

1. Влияние теплоутилизационного «хвоста» компрессорной станции на эффективность работы газотурбинного привода с изобарным подводом теплоты и регенеративным теплоиспользованием / А. П. Несенчук [и др.] // Энергетика ... (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ). 2013. № 4 . С.37-46.
2. Энергоснабжение предприятия мясоперерабатывающей отрасли за счет утилизационной теплоты ВЭР компрессорной станции магистрального газопровода / А. П. Несенчук [и др.] // Энергетика ... (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ). 2013. № 6 . С.32-36.
3. Газпром трансгаз Беларусь [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://btg.by/>. Дата доступа: 06.12.2015.
4. О предоставлении сведений: письмо ОАО «Газпром трансгаз Беларусь», 12 ноября 2015 г., №5182/19.
5. Сальников С. Ю., Щуровский В. А. , Галлиулин З.Т., Зюзьков В.В. Энергоэффективные технико-технологические решения в транспорте газа. // Наука и техника в газовой промышленности. №1. 2011. 19-33.
6. Влияние технологических параметров магистрального газопровода на показатели работы компрессорной станции / А.А. Абрамовский Энергетика ... (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ). 2014. № 3 . С.27-32.
7. Влияние утилизационной нагрузки привода компрессорной станции на параметры работы ГТУ / А.А. Абрамовский Энергетика ... (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ). 2014. № 4 . С.24-29.