УДК 621.5.09

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИЗБЫТОЧНОГО ДАВЛЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА В КАЧЕСТВЕ ИСТОЧНИКА ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТОЙ ЭНЕРГИИ

Қасымов Дидар Азаматұлы
didar_kassymov_01@mail.ru
магистрант 1 курса образовательной программы «7М07117 - Теплоэнергетика»
ЕНУ им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан
Научный руководитель – М.Г. Жумагулов

Вопрос о рационализации использования природных ресурсов является одним из актуальнейших направлений, определяющих тренды развития большей части современных отраслей промышленности, в том числе, и энергетики. Если резкое снижения потребления или полный отказ энергетического сектора Казахстана от органического топлива, в условиях острого энергодефицита в стране, не представляются возможными в обозримой перспективе, то повышение уровня энергоэффективности в использовании природных ресурсов является наиболее практичным решением в рамках данного вопроса. Стоит отметить, что согласно пункту 11 статьи 1 Закона РК «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности», эффективным использованием энергетических ресурсов является достижение оправданного экономически и возможного технически уровня их потребления и применения [1]. В связи с этим, перспективы по использованию энергии избыточного давления транзитного газа для генерации электричества приобретают весьма значимую актуальность, отвечая вызовам современности, соответствуя при этом нормам и требованиям законов, а также целям международных экологических соглашений.

Технология выработки электроэнергии за счет использования избыточного давления газового топлива является небезызвестной. Принято считать, что родоначальником идеи использования потенциальной энергии сжатого энергоносителя является советский ученый, академик АН СССР Миллионщиков М.Д. Но не смотря на то, что данная идея активно им развивалась еще в 1947 году, первый в России детандер-генераторный агрегат мощностью 10 МВт был введен в процесс эксплуатации лишь в 1994 году, тогда как на территории Казахстана данная технология не внедрена вовсе и по сей день [2].

Турбодетандерная генерация технологически проста и актуальна для любого региона, пересекаемого магистральными газопроводами. Связанно это с тем, что транзит газового топлива по магистральным линиям топливоподачи является целесообразным лишь в случае поддержания высокого показателя давления энергоносителя в трубопроводе, аналогично как и электропередача по воздушным линиям технологически и экономически оправдан лишь при высоком напряжении [3]. Развивая аналогию транзита энергоносителя по газопроводам и электрической энергии по воздушным линиям электропередачи, можно отметить, что газовые компрессоры в данном случае играют роль повышающих трансформаторов, тогда как турбодетандеры представляют собой понижающие трансформаторы давления газа. И если на современных трансформаторных подстанциях потери электроэнергии сведены к минимуму, то на действующих ГРС и ГРП Республики Казахстан потенциал избыточного давления газового энергоносителя остается полезным образом не использованным. Под избыточными показателями давления подразумевается интервал величин от 1,2 МПа до 11,8 МПа в зависимости от класса магистральной сети. При этом, состав основного оборудования ГТЭС и ПГЭС, а также газовых водогрейных котельных номинально рассчитан на работу при многократно меньшем давлении энергоносителя. Например, давление газа на входе в котел обычно варьируется около отметки 1,01 атмосферы по абсолютному значению давления,

следовательно при понижении избытка давления перед потребителем газа избыточный потенциал сжатого газа теряется на редуцировании (дросселировании) газа безвозвратно. Как итог, вследствие отмеченных выше факторов, теплоэнергетические предприятия сталкиваются с необходимостью в редуцировании давления энергоносителя посредством специализированных пунктов регулирования и распределения, что влечет за собой значительные энергетические, а как следствие, и экономические потери. Таким образом, удельные энергопотери в регуляторах газораспределительных станций и пунктов в среднем составляют величину в 77 Вт/м^3 [4]. Абсолютные показатели потерь по давлению в соответствующих регуляторах станций и пунктов газораспределения достигают значений в интервале от 0,1 МПа до 0,5 МПа, что при вышеупомянутых давлениях в магистральных топливопроводах равнозначно потерям в 2-4% от общей мощности, расходуемой на транзит газового топлива [5]. С учетом того факта, что ежегодные показатели по внутригосударственному транзиту природного газа в среднем составляют величину в 22 миллиарда кубометров в год, обозначенные выше потери можно выразить в качестве ежечасной недовыработки нескольких сотен мегаватт электрической энергии.

Для целостного освоения данного потенциала необходима разработка масштабного проекта по внедрению детандер-генераторных агрегатов в технологические процессы газораспределительных предприятий. Достижения научно-технического прогресса в данной отрасли позволяют значительно упростить формирование технических решений для целей реализации вышеупомянутого проекта. На текущий момент уже изобретен и запатентован широкий модельный ряд детандеров, применимых для различных перепадов давления. Более того, в ходе исследования данной тематики на базе ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский горный университет» кандидатами технических наук Белоусовым А.Е. и Кабановым О.В. был разработан турбодетандерный агрегат с системой пневматического регулирования. Данное изобретение является одной из наиболее передовых турбодетандерных установок, позволяющих эффективно дросселировать природный газ, при обеспечении максимальной электрогенерации. Интеграция данной модели детандера также обеспечит безопасность при генерации электроэнергии в условиях высоких перепадов давления энергоносителя.

На рисунке 1 продемонстрирована общая схема работы данного турбодетандера 1, включающего в себя пневмодвигатель 8, находящийся на лини дросселирования 2, генератор 9, клапан регулирования 10, датчик давления энергоносителя 11, сравнительный элемент 12, усилитель сигнала 13 и исполнительное устройство клапана регулирования 14. В момент отбора энергоносителя потребителем посредством запорного крана 3, газ протекает через фильтр 4, предохранительный клапан запорного типа 5, дифференцируясь в два газовых потока, проходящих через клапан регулирования 10 и пневмодвигатель 8, с последующим пересечением регулятора давления энергоносителя 6. Часть газового потока, пересекающая пневмодвигатель 8, совершает полезную работу вследствие преобразования механической энергии сброса давления в электричество посредством электрогенератора 9. Другая же часть потока, протекает по обводной линии, соединяющей вход в пневматический двигатель 8 с выходом из него. На обводной линии расположен клапан регулирования пневмодвигателя 10, приводимый в действие с помощью исполнительного устройства 14. Оно в свою очередь определяет степень открытия регулирующего клапана 10, опираясь на данные, полученные от сравнительного элемента 12 посредством усилителя сигнала 13. Элемент сравнения 12 же базируется на данных манометрического датчика 11, фиксирующего показатели давления на входе и выходе пневматического двигателя 8 [6].

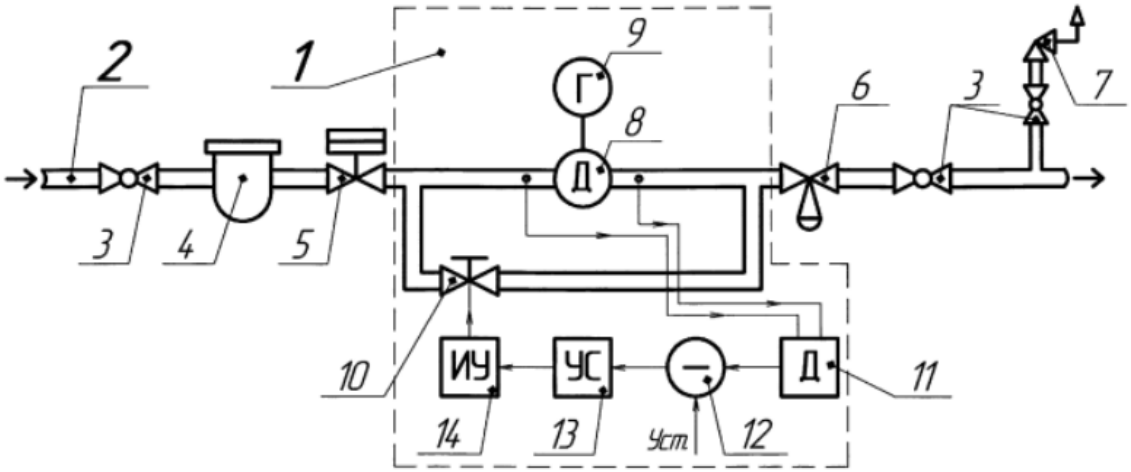

Рисунок 1 – Детандер-генераторный агрегат с регулировочной системой

Таким образом, благодаря разработанной учеными системе автоматизации процесса редуцирования, достигается наиболее оптимальный уровень генерации электроэнергии без нарушения качества газоснабжения с достижением минимальности аварийных рисков при эксплуатации, обеспеченной автоматическим управлением и регулированием, а также предохранительным клапаном сброса давления энергоносителя 7. Подобная система газового редуцирования способна обеспечить энергосистему Республики Казахстан значительным объемом электроэнергии, вырабатываемой без сжигания органического топлива, в полном соответствии с международными стандартами «зеленой» энергетики.

К сложностям внедрения рассматриваемой технологии относится резкое понижение температуры газа при дросселировании до ультранизких температур, достигающих -70 ºС. Для успешного использования детандеров нужно обеспечить подогрев газа перед непосредственным его использованием. Рентабельность технологии многократно возрастает, если для подогрева использовать сбросную теплоту низкого потенциала, например, уходящие дымовые газы котлов, оборотную воду от охлаждения конденсаторов турбин и пр.

Останавливаясь на вопросе бесперебойности данного источника электроснабжения стоит отметить, что его устойчивость граничит со стабильностью системы газоснабжения, в надежности которой, как правило, сомнений не возникает. Транзит электрической энергии, генерируемой посредством детандер-генераторов также не представляется проблематичным в связи с тем, что пункты газового распределения всегда локализируются в местах с развитой инфраструктурой и доступом к воздушным линиям электропередачи, а также электрическим подстанциям.

Стоит также отметить, что положительная специфика этого источника электроэнергии заключается в том, что весь энергетический потенциал равномерно распределен по всей протяженности магистральных газопроводов страны. Более того, большая часть транзитных газопроводов сконцентрирована в наиболее энергодефицитных регионах Республики Казахстан, что положительно сказывается на технико-экономических показателях проекта вследствие удешевления транспортировки электроэнергии до потенциальных потребителей.

Конечно, для того, чтобы полезно редуцировать подобные объемы природного газа, необходимы значительные инвестиционные вложения. Но как показывает мировая практика, подобные технологии достаточно быстро окупаются и приносят значительную прибыль инвесторам. Останавливаясь на таких примерах, стоит отметить, что первые предприятия, вырабатывающие электроэнергию посредством детандеров функционировали на территории Западной Европы уже в 80-х годах 20-го столетия. На текущий же момент времени, количество таких электростанций составляет несколько сотен. В частности, большая часть

турбодетандерных электрических станций эксплуатируется на территории Германии, а также Италии [7].

Останавливаясь на более близких к Республике Казахстан примерах, стоит упомянуть, что специалисты ООО «Газпром ВНИИГАЗ» оценивали потенциал Российской Федерации в части электроэнергии дросселирования газового топлива в 1 ГВт, что соразмерно с мощностью крупной ГРЭС или же двух-трех ГЭС средней мощности. В реальности же, при наличии 600 ГРС и ГРП, общий объем выработки посредством детандер-генераторных агрегатов составляет величину в 705 МВт [8].

Учитывая тот факт, что строительные нормы Российской Федерации и Республики Казахстан весьма схожи, предположение об идентичности магистральных топливопроводов, ГРС и ГРП в части эксплутационных параметров энергоносителя не будет ошибочным. Согласно годовому отчету АО «НК «QazaqGaz» за 2022 г., количество функционирующих ГРС и ГРП в Республике Казахстан составляет 248 единиц, при этом, количество компрессионных станций составляет значение в 28 единиц. Таким образом, при соотнесении количеств действующих ГРС и ГРП в РФ и в РК, возможно приблизительно оценить энергетический потенциал газовой отрасли Казахстана в части турбодетандерной генерации в величину равную 291,4 МВт. Такая оценка позволяет предположить, что генерация электроэнергии посредством детандер-генераторных агрегатов позволит, как минимум, компенсировать энергозатраты 28 действующих компрессионных станций, положительно, с точки зрения нагрузки, влияя на общий энергетический баланс страны. К тому же, как видно на рисунке 2, большая часть запада и юга страны уже газифицирована, а тенденции по масштабированию газификации в центральные регионы дают возможность предположить, что на севере и востоке Казахстана, в перспективе, также будут интенсифицироваться данные процессы с увеличением их потенциала в части турбодетандерной генерации [9].

Рисунок 2 – Схема газотранзитной системы Республики Казахстан

Все вышеотмечнное свидетельствует о том, что перспективы Казахстана в части использования энергии избыточного давления природного газа очень высоки. Более того, текущие тенденции развития системы газоснабжения Республики Казахстан представляют собой весьма плодотворную почву для внедрения данной технологии в энергетическую и

газовую отрасли страны. Вместе с этим, необходимо отметить то, что данная технология является высокоэкологичной и эффективной, а проекты по внедрению детандер-генераторов весьма привлекательными для частных и государственных инвестиций. Связанно это с тем, что детандеры относятся к оборудованию, созданному по «бестопливным» технологиям, поддерживаемым Киотским протоколом к конвенции ООН по изменению климата. Поэтому реализация подобных проектов может осуществляться с использованием механизма привлечения средств за счет продажи квот на эмиссию парниковых газов.

Список использованных источников

1. Закон Республики Казахстан «Об энергосбережении и повышении энергоэффективности» от 13 января 2012 г. №541-IV.
2. Керимов И.А., Саидов А.-В.А., Батаев Д.К.-С., Дебиев М.В. Экономические аспекты использования детандер-генераторных агрегатов в системе газовых сетей Чеченской Республики // Вестник ТГУ, Т. 17, №2, 2012, С. 786-790.
3. Соковнин О.М., Загоскин С.Н. Утилизация энергии давления природного газа в условиях водогрейной котельной // Промышленная энергетика, №7, 2016, С. 7-12.
4. Барышев В.И., Пацкевич Н.Е., Трутаев В.И. Механическая энергия сжатого природного газа как источник энергоснабжения на примере СЭЗ «Минск» // Электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы», №7, 2004, С. 31-43.
5. Шевцова Е., Александров К., Кудрявцева А., Чернов М. Системы автономного и резервного газоснабжения – СПб.: ООО «Химгазкомплект», 2009, 264 с.
6. Белоусов А.Е., Кабанов О.В. Детандер-генераторный агрегат с системой его регулирования // Патент РФ №2620624. 2016. Бюл. №16.
7. Колесников А.И., Михайлов С.А. Энергоресурсоснабжение – М.: МРАИ ЭЕМ, 2006, 231 с.
8. Рогова А.А., Агабабов В.С. Перспективы развития безтопливных тригенерационных технологий // VIII Международная научно-техническая конференция «Энергия-2013»: Сборник материалов. Иванова. 2013. С. 6-29.
9. Интегрированный годовой отчет АО «НК «QazaqGaz» за 2022 г.

УДК 620.92

АУЫЛДЫҚ АЙМАҚТАРДА ЖАҢАРТЫЛАТЫН ЭНЕРГИЯ КӨЗДЕРІН ПАЙДАЛАНУДЫ ТАЛДАУ

Қуаныш Әлнұр Болатбекұлы
Qqqalnur@mail.ru
Л.Н.Гумилев ат. ЕҰУ «7М07117 – Жылуэнергетика» білім беру бағдарламасы 2 курсінің магистранты, Астана, Қазақстан
Ғылыми жетекшісі – Г.Т. Мерзадинова

Әлемдегі дәстүрлі энергия көздеріне бағаның тұрақты өсуі, сондай-ақ мұнай мен газ экспорттаушы елдердегі саяси және экономикалық тұрақсыздық әлемнің жетекші елдерін баламалы энергия көздерін іздеуге ынталандырады.

Баламалы энергия көздері - бұл су, жел, күн, геотермалдық, биомасса және толқындық энергиядан алынатын жаңартылатын ресурстар. Мұнай, табиғи газ, көмір және уран кені сияқты дәстүрлі қазба отындарынан айырмашылығы, бұл энергия көздері сарқылмайды, сондықтан олар жаңартылатын деп жіктеледі.