

Говдяк Р.М.

ООО «ИК «Машэкспорт», Киев

Повышение энергетической и экологической эффективности работы магистральных газопроводов

Рассмотрено влияние работающих газотурбинных газоперекачивающих агрегатов компрессорных станций магистральных газопроводов на окружающую среду. Показаны пути и оборудование, которые снижают это вредное влияние и повышают энергоэкологическую безопасность работы компрессорных станций газопроводов.

Ключевые слова: компрессорная станция, магистральный газопровод, газоперекачивающий агрегат.

Розглянуто вплив працюючих газотурбінних газоперекачувальних агрегатів компресорних станцій магістральних газопроводів на навколишнє середовище. Показано шляхи та обладнання, що знижують цей шкідливий вплив та підвищують енергоекологічну безпеку роботи компресорних станцій газопроводів.

Ключові слова: компресорна станція, магістральний газопровід, газоперекачувальний агрегат.

Газотранспортная система (ГТС) Украины, помимо обеспечения потребителей природным газом, выполняет важную функцию транзитной системы, которая поставяет на экспорт в страны Центральной и Западной Европы, Молдовы и южных областей России около 104 млрд м³ российского газа [1].

ГТС Украины включает свыше 36,6 тыс. км газопроводов (магистральных — 22,2 тыс. км, газопроводов-отводов — 14,4 тыс. км), 71 компрессорную станцию (КС), 108 компрессорных цехов общей мощностью около 5380 МВт (оснащенных 691 газоперекачивающим агрегатом (ГПА) отечественного и зарубежного производства), 13 подземных хранилищ общей активной емкостью 30,8 млрд м³, 1425 газораспределительных станций. Соединенные в систему сеть газопроводов подземные хранилища обеспечивают высокую надежность функционирования всей газотранспортной системы Украины, являются гарантом бесперебойной поставки газа внутренним потребителям, а также транзита газа в Европу.

Парк газоперекачивающих агрегатов ГТС Украины состоит из 437 газотурбинных, 158 электроприводных ГПА и 96 поршневых газомоторкомпрессоров. Доля газотурбинных агрегатов по установленной мощности в ДК «Укртрансгаз» составляет около 82 %. Примерно 16 % парка газотурбинных ГПА выработало свой моторесурс, около 50 % ГПА физически и морально устарели, имеют сравнительно низкий эффективный КПД 24–26 %, неудовлетворительные экологические характеристики по уровню шума и

концентрации вредных веществ, тепловых выбросов с выхлопными газами ГПА в окружающую среду. Ежегодно все КС потребляют на собственные нужды примерно 3 млрд м³ природного газа, 1,5 млрд кВт·ч электроэнергии.

Предприятиями ДК «Укртрансгаз» ежегодно используется около 2 млн м³ воды и отводится в природные объекты более 800 тыс. м³ воды, из них около 300 тыс. м³ без очистки.

Ежегодно газотурбинные и поршневые ГПА выбрасывают с выхлопными газами более 108 млрд МДж теплоты [2].

Таким образом, компрессорные станции магистральных газопроводов являются сложными технологическими комплексами, обеспечивающими транспортировку природного газа. Они тратят на собственные нужды большое количество газа, электроэнергии, воды и являются значительными источниками загрязнения окружающей среды, экологически, взрыво-, пожароопасными объектами. В первую очередь, это касается КС с газотурбинными ГПА. Газотранспортные предприятия Украины, в основном КС, выбрасывают в год в среднем около 120 т вредных веществ.

Анализ данных по выбросам КС в атмосферу показывает, что наибольшую долю загрязняющих веществ дают продукты сгорания природного газа: оксид углерода — более 13 %, оксиды и диоксиды азота — около 15 %. Кроме того, выбросы природного газа составляют около 70 %. Выбросы других загрязняющих веществ незначительны. И все это без учета выбро-

сов углекислого газа, содержащегося в продуктах сгорания природного газа.

Из общего количества выбросов газа на КС около 85 % приходится на технологические выбросы при пуске и остановке ГПА, продувке пылеуловителей, около 10 % связано с разного рода утечками газа через свищи и неплотности запорно-регулируемой арматуры и около 5 % потерь газа связано с проведением различного вида ремонтных работ, ликвидаций аварийных ситуаций и др. Выбросы газа носят в основном периодический характер.

Параметры выбросов загрязняющих веществ изменяются в зависимости от сезонных колебаний объемов транспортируемого газа и метеоусловий. Линейная часть газопровода может быть источником выброса в атмосферу прежде всего природного газа, который состоит в основном из метана, азота, паров тяжелых углеводородов, причем последние являются вредными веществами.

Экологическая проблема в районе расположения КС усугубляется тем, что диоксид углерода может находиться в атмосфере 5–10 лет, оксиды азота — 2,5–4 года, оксид углерода — 0,2–0,5 года, метан — 4–7 лет [1]. Эти вещества приводят к таким негативным явлениям, как кислотные дожди и парниковый эффект, метан разрушает озоновый слой атмосферы.

Кроме того, температура выхлопных газов ГПА, эксплуатируемых на КС, находится в пределах 250–530 °С, что определяет высокий остаточный тепловой потенциал агрегатов. Он используется в настоящее время очень редко и в основном загрязняет окружающую среду.

Таким образом, к основным воздействиям и веществам, загрязняющим окружающую среду вблизи КС, относятся продукты сгорания природного газа в камерах сгорания газотурбинных ГПА, топках отопительных котелен, значительные выбросы газа, тепловое и шумовое загрязнение газоперекачивающими агрегатами.

Проблема сокращения выбросов CO, CO₂ с выхлопными газами газотурбинных ГПА на КС в ближайшее время будет частично решена в результате оптимизации параметров и направлений транспортировки газа с использованием метода математического моделирования и с учетом реальных условий эксплуатации газопроводов. Это позволит получить значительную экономию топливного газа ГПА с эквивалентным снижением экологической нагрузки на окружающую среду. Модернизация газотурбинных ГПА и внедрение новых типов более экономичных агрегатов с повышенным КПД до 35 % и выше также способствует уменьшению вредных выбросов КС.

Повышению экологической безопасности будет способствовать также запланированная замена на КС установок пожаротушения с огне-тушащими веществами (хладонами и галлонами) газовыми автоматическими установками пожаротушения с использованием жидкой углекислоты высокого и низкого давления, согласно Монреальскому протоколу и Постановлению Кабинета Министров от 04.03.2004 г. № 256 «Об утверждении программы прекращения производства и использования озоноразрушающих веществ на 2004–2030 гг.».

До сих пор практически не решена проблема загрязнения окружающей среды КС выбросами природного газа во время пуска и остановки ГПА, продувки пылеуловителей и др.

Более четверти века назад в газовой промышленности разработан и частично внедрен комплекс научно-технических решений по сокращению технологических потерь природного газа в 2,5–3 раза. Так, ВНИПИтрансгаз разработал и внедрил на газораспределительных станциях (ГРС) принципиально новую систему продувки пылеуловителей.

Для исключения выбросов газа во время пуска газотурбинных ГПА в качестве рабочего тела используют сжатый воздух в пусковой турбине, а также применяют электродвигатели для пуска агрегатов.

Впервые в Украине пуск газотурбинных ГПА с помощью электродвигателей осуществило ОАО «Сумское НПО им. М.В.Фрунзе» на агрегатах ГПА-Ц-16С для КС «Тарутино» магистрального газопровода Ананьев — Тирасполь — Измаил.

Для исключения выбросов газа в ходе ремонта газопровода применяют перекачивание природного газа из бездействующего газопровода в работающий с помощью передвижного ГПА. В ОАО «Сумское НПО им. М.В.Фрунзе» было разработано техническое предложение по созданию передвижного ГПА для утилизации газа во время ремонтов газопроводов, но дальше этого дело не пошло.

Концентрации NO_x в выхлопных газах агрегатов, особенно ГТК-10, ГТ-750-6, ГТ-6-750 и др., значительно превышают предельно допустимые нормы. Проблема загрязнения окружающей среды на КС оксидами азота решается медленно и трудно. Разрабатываются несколько направлений ее решения: создание малотоксичных камер сгорания для новых агрегатов; реконструкция камер для эксплуатируемых ГПА; впрыск воды, водяного пара в проточную часть газовой турбины; установка каталитических реакторов на выхлопных шахтах агрегатов и т.п. В ближайшем будущем проблема выбросов NO_x

с выхлопными газами газотурбинных установок (ГТУ) будет практически решена за счет организации малоэмиссионного сжигания газа, в том числе каталитического, как это уже осуществляется в зарубежных установках.

В связи с повышением уровня мировой науки и техники, международного сотрудничества в этом направлении необходимо разработать единые и жесткие международные нормы выбросов газотурбинных ГПА. Уже сейчас можно считать нормой величину концентрации выбросов оксидов азота с выхлопными газами новых газотурбинных агрегатов менее 50 мг/м^3 (при $\text{O}_2 = 15\%$) [3]. Реальность этой величины подтверждается опытом создания ГТУ в классе мощностей до 25 МВт зарубежными фирмами АВВ и Solar, а также отечественным опытом по созданию парогазовой установки «Водолей» НПП «Машпроект» и НТУУ «КПИ» [4, 5].

Вредное тепловое воздействие на окружающую среду вблизи КС оказывается выхлопными газами ГПА. Средневзвешенный КПД отечественных газотурбинных агрегатов, находящихся в эксплуатации на КС, — около 26 %. В новых ГПА на базе авиационного или судового привода он достигает 34–35 % благодаря увеличению начальных параметров термодинамического цикла: температуры и давления продуктов сгорания перед турбиной. Это означает, что только 26–35 % химической энергии газа, сжигаемого в камерах сгорания агрегатов, расходуется с пользой, а 65–74 % в виде теплоты выбрасывается с выхлопными газами в атмосферу и вызывает тепловое загрязнение окружающей среды.

Проведенная оценка показывает, что суммарная мощность теплового потенциала всех газотурбинных ГПА газотранспортной системы Украины составляет около 12000 МВт, что почти в 2,7 раза превышает их суммарную номинальную мощность [6].

Для борьбы с тепловым загрязнением окружающей среды внедряются мероприятия и оборудование с наиболее полным полезным использованием химической энергии топлива: 1) первое и самое радикальное — это создание и внедрение ГПА простого цикла с высоким эффективным КПД, что в первую очередь зависит от жаростойких материалов с высокой рабочей температурой для камер сгорания и турбин, разработка и внедрение новых систем охлаждения лопаток турбин; 2) разработка и внедрение бинарных и монарных парогазовых установок (ПГУ). Примером монарной ПГУ является ГПА типа «Водолей» с низкой температурой выхлопных газов, малой концентрацией оксидов азота, конденсацией водяного пара и высокоэффективным КПД; 3) утилизация и исполь-

зование остаточного теплового потенциала выхлопных газов ГПА, в первую очередь на технологические нужды станции.

Разработана программа научно-технического развития газовой промышленности Украины до 2030 г., содержащая полный комплекс энергетически, экологически и экономически эффективных мер, новых технологий и оборудования для транспортировки газа.

В газовой отрасли определены и частично реализуются на практике следующие основные пути энергосбережения: замена морально и физически устаревших ГПА на агрегаты с улучшенными энергетическими и экологическими характеристиками; утилизация остаточного потенциала выхлопных газов газотурбинных ГПА; утилизация горючих ВЭР КС при продувке пылеуловителей, пуске, остановке ГПА и др.; утилизация избыточного давления природного газа на КС, газораспределительных станциях (ГРС), газорегуляторных пунктах (ГРП) крупных потребителей газа и др.

В настоящее время в Украине несмотря на экономические трудности разрабатывают и внедряют прогрессивные судовые и авиационные газотурбинные двигатели, а на их основе создают ГПА с передовым уровнем основных эксплуатационных показателей, энергетической эффективности, надежности, экологии.

Широкое применение на КС газопроводов газотурбинных ГПА обусловлено следующими преимуществами: невысокими затратами на топливный газ; широким диапазоном регулирования основных параметров; возможностью автоматического управления агрегатов.

Отечественные ГПА имеют такие недостатки: невысокий эффективный КПД ГПА; неудовлетворительные экологические характеристики (уровень шума, токсичность выхлопных газов); зависимость мощности и КПД агрегатов от температуры наружного воздуха, что вызывает снижение экономических показателей транспортировки газа в летнее время года, особенно в южных районах страны.

Электроприводные газоперекачивающие агрегаты (ЭГПА) не имеют указанных недостатков. Большой опыт эксплуатации ЭГПА показал их преимущества по сравнению с ГТА: высокую надежность, большой моторесурс (25 лет), низкий уровень шума и высокую экологическую чистоту, а также значительные недостатки отечественных агрегатов: отсутствие регулирования частоты вращения ротора электродвигателя, невозможность повторного пуска агрегата из горячего состояния. В России в ООО «ВНИИ-ГАЗ», АО «Привод» разработан новый элек-

тродвигатель — агрегат СДГ-12500, лишенный перечисленных недостатков.

Положительный опыт использования частотно регулируемых ЭГПА импортного производства получен при выполнении проектов реконструкции КС газопровода ГПЗ — Парабель — Кузбасс ООО «Газпромтрансгаз Томск», полученный специалистами ООО «ИК «Машэкспорт». По их проекту в настоящее время завершена реконструкция и успешно эксплуатируются две компрессорные станции, еще три находятся в стадии реконструкции. В 2013 г. планируется завершить реконструкцию всех шести компрессорных станций, что позволит вместе с выведенной на проектные давления линейной частью получить современный магистральный газопровод, где в полной мере будут реализованы новые технологии диспетчерского управления, автоматизации технологических процессов. Дополнительно будут получены энергосберегающий и экономический эффекты не только за счет современного компрессорного оборудования, но и за счет расчета и реализации оптимальных режимов транспорта газа по газопроводу.

Создание систем автоматизированного управления технологическими процессами транспорта газа с использованием микропроцессорной техники при реконструкции КС позволяет централизовать управление диспетчерской службы газотранспортного объединения и значительно уменьшить численность персонала.

Реализация этих проектных решений реконструкции электроприводных компрессорных станций позволит повысить надежность и безопасность эксплуатационной деятельности, обеспечить существенное снижение эксплуатационных расходов за счет качественной оптимизации режима работы газопровода, организовать эксплуатацию оборудования на принципах малолюдных технологий и повысить экономическую эффективность транспорта газа в целом [7].

В условиях избытка электроэнергии в некоторых регионах Украины и высоких тарифов на нее регулируемый электропривод может обеспечить сокращение потребления электроэнергии на 25–30 %, высокий КПД — более 0,96 %, срок службы — более 25 лет, высокую надежность работы ЭГПА, неограниченное количество запусков из горячего состояния, положительные экологические характеристики. Это делает ЭГПА перспективным для широкого применения на КС газопроводов, в результате чего удельную энергоемкость газопроводов можно снизить на 30–50 %, и это будет соответствовать уровню передовых зарубежных газотранспортных компаний.

Для электроснабжения ГПА на КС возможна установка высокоэффективных газотурбинных или парогазовых электростанций с КПД 38–58 %. Такие электростанции, кроме собственных технологических нужд, могут часть электрической и тепловой энергии передавать внешним потребителям [8].

В конце XX в. было признано, что глобальное потепление атмосферы из-за выбросов парниковых газов может привести к катастрофическим изменениям климата Земли. Согласно Киотскому протоколу (декабрь 1997 г.), в список основных парниковых газов-загрязнителей атмосферы входят диоксид углерода, метан, водяной пар, оксиды азота, заменители фреона, а также гексафторид серы. Для стабилизации климата Земли достаточно уменьшить эмиссию CO₂ на 50–80 %, оксидов азота — на 80–85 %, метана — на 10–15 % [9].

Только газотранспортные предприятия ГТС Украины при сжигании природного газа выбрасывают в атмосферу около 4,5 млрд м³ углекислого газа. Структура выбросов CO₂ в Украине на конец XX в. приведена ниже [10]:

Производство тепла и электроэнергии, %	–	50
Коммунально-бытовой сектор, %	–	20
Промышленность, %	–	19
Транспорт, %	–	7
Аграрный сектор, %	–	3
Другие, %	–	1

Углекислота в различных агрегатных состояниях (газ, жидкость, лед) используется с пользой в разных отраслях промышленности, быта и др. Перед человечеством стоит актуальная проблема создания таких технологий, которые позволят получать углекислоту из продуктов сгорания топлива с минимальными затратами и использовать ее как ценный продукт для технических и бытовых нужд, ограничивая при этом ее попадание в атмосферу. Уже более полувека традиционной является технология получения CO₂ из продуктов сгорания углеводородных топлив, в основном природного газа с воздухом, с содержанием углекислого газа около 9,5 % из-за поглощения его раствором моноэтаноламина (МЭА).

В Украине жидкую углекислоту производят четыре крупные углекислотные заводы в Киеве, Днепропетровске, Запорожье, Одессе. Углекислотные станции (установки) используют для собственных нужд на отдельных предприятиях (Николаевский судостроительный завод), фирмах (Кока-Кола) под Киевом, спиртовых заводах, в цехах мороженого и т.п.

Нами проведено исследование возможности производства жидкой углекислоты в компактной блочно-комплектной углекислотной установке фирмы «Union Engineering» (Дания), используя для получения углекислоты побочный продукт — дымовые газы газовой отопительной котельной КС. По результатам этих исследований разработаны технические предложения по организации производства жидкой углекислоты из дымовых газов газовых отопительных котельных на КС магистральных газопроводов с использованием их вторичных тепловых и материальных ресурсов. С экологической точки зрения техническое предложение направлено на снижение выбросов углекислого газа.

В [11] предлагается создать на КС с электроприводными или газотурбинными агрегатами, которые используют для собственных нужд теплоснабжения, отопительные котельные, углекислотную установку с использованием оборудования фирмы «Union Engineering» (рисунок).

В состав установки входят собственно углекислотная установка 7, котельная 10 (основная или резервная), дымоход раздвоенный 9 со встроенным шибером 8, дымосос 6. При открытом шибере 8 и работающем дымососе 6 дымовые газы от котельной поступают на углекислотную установку 7, где происходит технологический процесс получения жидкой углекислоты, а затем через дымоход 5 выбрасываются в атмосферу. При отключенной углекислотной установке шибер 8 перед углекислотной установкой 7 закрыт. Дымовые газы котельной 10 через обходной байпас и дымоход 5 выбрасываются в атмосферу.

Для покрытия собственных нужд углекислотной установки в насыщенном водяном паре и электроэнергии возможно использование утилизированной в паровом котле-утилизаторе теплоты выхлопных газов газотурбинных агрегатов КС с подачей части пара непосредственно к блокам углекислотной установки 7, а другой части — в парогазовую установку 16 для выработки электроэнергии. В итоге увеличивается эффективность использования вторичных энергетических и материальных ресурсов КС магистральных газопроводов.

При продолжительности работы углекислотной установки 8000 ч/год годовой экономический эффект составит около 500 тыс. долл., срок окупаемости капиталовложений 2 года.

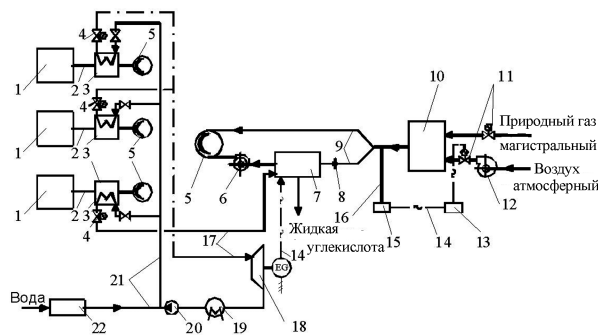
В настоящее время в отличие от отечественных громоздких и энергоемких углекислотных заводов фирмой «Union Engineering» и другими выпускаются компактные блочно-комплектные установки по производству жидкой пере-

охлажденной углекислоты ($P = 1,8 \text{ МПа}$, $t = -28 \text{ }^\circ\text{C}$) производительностью 40, 80, 145, 285, 500 и 1000 кг/ч по углекислоте из дымовых газов котельных углекислотных установок, работающих по циклу среднего давления.

При производстве углекислоты в КС избыток ее может продаваться внешним потребителям для систем пожаротушения, заправки огнетушителей, заводам по производству безалкогольных и слабоалкогольных напитков, заводам по розливу минеральных вод, заводам для сварки в среде углекислого газа и других целей, предприятиям парфюмерной, медицинской промышленности, сельского хозяйства и др.

CO_2 широко применяется при создании эффективных систем пожаротушения на объектах различного назначения. Началось промышленное освоение на КС газопроводов Украины и России систем газового пожаротушения с применением CO_2 . Жидкую углекислоту привозят на КС с углекислотных заводов. Это требует финансовых затрат и не всегда возможно из-за удаленности КС от углекислотных заводов, труднодоступности районов размещения КС. Более экономически выгодным и удобным является вариант организации производства жидкой углекислоты непосредственно на КС.

Широкие перспективы использования углекислоты и в топливно-энергетическом комплексе: нагнетание CO_2 в нефтяные пласты с целью радикального повышения нефтеотдачи; применение CO_2 как буферной подушки при добыче газа из выработанных месторождений и при эксплуатации подземных хранилищ газа; про-



Принципиальная технологическая схема получения углекислоты с использованием вторичных ресурсов КС газопроводов: 1 — газотурбинный газоперекачивающий агрегат; 2 — выпускной тракт агрегата; 3 — паровой котел-утилизатор; 4 — паровая задвижка с электроприводом; 5 — дымовая труба; 6 — дымосос; 7 — углекислотная установка; 8 — шибер; 9 — дымоход; 10 — котельная; 11 — газовая или воздушная заслонка с электроприводом; 12 — вентилятор; 13 — блок управления; 14 — электрические коммуникации; 15 — газоанализатор; 16 — отвод дымовых газов; 17 — паропровод; 18 — паровая турбина с электрогенератором; 19 — конденсатор; 20 — конденсатный насос; 21 — трубопровод воды или конденсата; 22 — блок водоподготовки.

филактика угольных шахт от взрывов метана за счет его периодического (раз в несколько лет) вытеснения с помощью CO_2 и использование метана в качестве топлива; сжигание твердых топлив с жидким шлакоудалением и разделением шлаков на ценные ферросплавы и высококачественные гидрофобные силикаты; углекислотно-кислородная газификация углей с получением газов с высокой теплотой сгорания; флотационное обогащение низкосортных углей в жидкой углекислоте.

Как показывают проектные разработки и технико-экономические расчеты, одним из самых эффективных направлений является автономное энергоснабжение нефтегазовых месторождений в результате закачивания CO_2 в нефтяные пласты с целью повышения нефтеотдачи. Для этих целей эффективно использование попутных нефтяных газов. Многолетний опыт эксплуатации нефтяных месторождений США показывает, что за счет нагнетания CO_2 в нефтяные пласты обеспечивается повышение нефтеотдачи до 86–94 % (среднее значение этого показателя в странах СНГ не превышает 30 %) [12].

Негативное влияние на окружающую среду при работе ГПА на КС оказывает шумовое загрязнение. Необходимость его уменьшения особенно возрастает при эксплуатации нового поколения газотурбинных ГПА из-за роста скорости газов в проточной части турбомашин, резкого изменения скоростей, повышения давления и температуры по газовому тракту приводного двигателя с уменьшением его металлоемкости (особенно авиационных и судовых приводов). Все это приводит к увеличению амплитуды колебаний деталей, узлов и, как следствие, к увеличению интенсивности шума, что ухудшает условия работы обслуживающего персонала и даже делает невозможным оптимальный выбор промышленной площадки КС.

В связи с этим был научно обоснован, разработан и внедрен комплекс мероприятий, обеспечивающий снижение уровня шума КС и интенсивность его распространения на местности: выявление главных источников шума на КС на основе применения уточненной методики определения звуковой мощности агрегатов и выявления направлений распространения шума от агрегатов; выполнение акустических расчетов КС и их анализ; разработка рекомендаций по защите от шума населенных пунктов в районе КС и определение необходимых размеров санитарно-защитной зоны.

Интенсивным источником шума на КС являются выхлопные шахты ГПА, где для снижения уровня шума применяют одно- или двух-

ступенчатые глушители, которые имеют низкую акустическую эффективность (около 5 дБА) и эксплуатационную надежность. Под динамическим воздействием скоростного потока горячих (более 350 °С) выхлопных газов ГПА происходит разрушение поверхностей перфорированных пластин и существенное уменьшение эффекта шумоглушения.

Уменьшения уровня шума можно достичь установкой в выхлопных шахтах ГПА шумоглушителей-утилизаторов (ШУТ), обеспечивающих снижение шума выхлопа агрегатов с одновременной утилизацией теплоты их выхлопных газов для подогрева воды, воздуха и других теплоносителей в системах теплоснабжения КС. Защита от шума КС должна осуществляться совместными усилиями научно-исследовательских, проектных институтов, заводов-производителей с учетом фактора шума в процессе создания новых ГПА, разработки акустически эффективных глушителей шума на всае и выхлопе ГПА [2].

При очистке природного газа на КС с применением циклонных пылеуловителей, фильтров-сепараторов, а также при очистке внутренней полости труб газопроводов с помощью очистных поршней накапливаются значительные объемы твердых и жидких загрязняющих веществ, в состав которых входят жидкостные нефтепродукты, метанол, диэтиленгликоль, вода, масло, шлам, механические примеси и т.п. На КС накапливаются большие объемы отработанного масла из системы смазки и уплотнения элементов ГПА, требующее соответствующей утилизации [13]. Качество и полнота утилизации этих видов загрязняющих веществ с применением современных технологий во многом определяет экологическую чистоту почвы и водоемов в районе расположения КС.

Выводы

Невысокий КПД агрегатов, применение энерго- и ресурсозатратных технологий порождают значительные объемы вторичных энергоресурсов на КС магистральных газопроводов, которые используются мало и в основном выбрасываются в атмосферу, загрязняя окружающую среду. В этом заключаются большие резервы энергоресурсосбережения, которые могут быть реализованы в результате использования вторичных энергоресурсов: горючих, тепловых и избыточного давления газа с применением энергосберегающих современных технологий и оборудования; модернизации и замены устаревших ГПА на современные агрегаты с повышенным КПД 34–35 %, а также модернизации ка-

мер сгорания агрегатов; применения в ГТС Украины современных ЭГПА с регулируемым электроприводом.

До настоящего времени в Украине в основном уже разработано достаточное количество энерго-экологических, ресурсосберегающих технологий и оборудования для КС магистральных газопроводов. Они позволяют значительно повысить эффективность использования природного газа на КС и в перспективе превратить их в относительно экологически чистые энерготехнологические комплексы по транспорту газа с комбинированным производством разных видов энергии (механической, электрической, тепловой) и воды (при внедрении парогазовых установок типа «Водолей»).

Список литературы

- Україна в 2011 році транспортувала майже 157 млрд м³ природного газу // Трубопровід. транспорт. — 2012. — № 1. — С. 6.
- Говдяк Р.М., Семчук Я.М., Шелковський Б.І. та ін. Енергоекотична безпека нафтогазових об'єктів. — Івано-Франківськ : Лілея-НВ, 2007. — 556 с.
- Седых А.Д., Щуровский В.А. ГПА нового поколения // Газов. пром-сть. — 1997. — № 5. — С. 36–37.
- Щуровский В.А., Шайтхундинов А.З., Жданов С.Ф. Ограничение выбросов оксидов азота // Там же. — 1996. — № 9–10. — С. 72–73.
- Романов В.І., Колосєєв В.М., Дикий М.О. Підвищення ефективності функціонування утилізаційного контуру КГПТУ «Водолей» // Нафтова і газова пром-сть. — 2000. — № 6. — С. 43–46.
- Любчик Г.Н., Говдяк Р.М., Шелковський Б.И. и др. Когенерационно-утилизационные технологии на базе газотурбинных установок. — Киев : Варта, 2008. — 188 с.
- Говдяк Р.М. Підвищення енергоефективності газотранспортної системи // Трубопровід. транспорт. — 2011. — № 5. — С. 18–19.
- Ремизов В.В. Экономия ресурсов природного газа : Энергоэффективные технологии // Газов. пром-сть. — 1999. — № 5. — С. 22–24.
- Рубан А.Д. Проблемы геотехнологии и энергосбережения в угольной промышленности России // Ведомости МГЭА. Спец. вып. 22. Первый Моск. Междунар. форум «Энергетика и общество», Москва, 23–25 июня 1988 г. — М. : Изд-во ГазОйл Пресс, 1988. — С. 246–253.
- Шидловський А.К., Стогній Б.С., Кулик М.М. та ін. Паливно-енергетичний комплекс України в контексті глобальних енергетичних перетворень. — Київ : Укр. енцикл. знання, 2004. — 468 с.
- Деклар. пат. 14877 Укр., МПК⁸ F 04 D 25/02, F 17 D 1/07, B 01 D 53/14. Газоперекачувальна компресорна станція магистрального газопроводу / Р.М.Говдяк, А.Ф.Пужайло, Б.І.Шелковський та ін. — Опубл. 13.05.06, Бюл. № 5.
- Ахмедов Р.Б., Ахмедов Е.Р. Перспективные экологические безопасные технологии сжигания органических топлив и горючих отходов с эффективным улавливанием и полезным использованием CO₂ // Ведомости МТЭА. Спец. вып. 22. Первый Моск. Междунар. форум «Энергетика и общество», Москва, 23–25 июня 1988 г. — М. : Изд-во ГазОйл Пресс, 1998. — С. 288–294.
- Поршаков Б.П., Калинин А.Ф., Купцов С.М. и др. Энергосберегающие технологии при магистральном транспорте природного газа. — М. : МПА-Пресс, 2006. — 311 с.

Поступила в редакцию 23.05.12

Govdiak R.M.

JSC «EC «Mashexport», Kiev

The Increase of Energy and Ecology Efficiency of the Main Gas Pipelines Functioning

The influences of gas-turbine gas-compressor units of the main gas pipelines of compressor stations during operation on an environment are considered. The methods and the equipment decreasing the harmful influence and increasing energy and ecology safety of compression station operation are displayed.

Key words: compression station, main gas pipeline, gas-compressor unit.

Received May 23, 2012