

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ НА ГАЗОТРАНСПОРТНЫХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

Глобальное потепление (изменение климата) является одной из основных проблем современного развития цивилизации. Климатические изменения происходят из-за возникновения и усиления парникового эффекта в результате накопления в атмосфере парниковых газов, прежде всего, углекислого газа и метана. Эти газы действуют как «пленка» и задерживают тепловое излучение Земли.

▼ авторы

Ольга Смородова,
к.т.н., вед специалист
АНО «ЦЭ РБ»;
Сергей Китаев,
к.т.н., вед специалист
АНО «ЦЭ РБ»;
Евгения Колоколова

Разработке практических мер по смягчению последствий возникшей проблемы посвящен ряд международных мероприятий начиная с 1988 г., разрешившихся подписанием Рамочной конвенции ООН об изменении климата и предложением Киотского протокола. В одном из приложений к Киотскому протоколу сформирован перечень парниковых газов – это углекислый газ (CO₂), метан (CH₄), закись азота (N₂O) и фторсодержащие газы.

Парниковый эффект атмосферной оболочки Земли существовал всегда, он обусловлен наличием в атмосферном воздухе трехатомных молекул водяного пара. Влияние молекул воды на парниковый эффект является определяющим – водяной пар природного происхождения отвечает за 60% парникового эффекта в

целом. Остальные 40% – результат влияния деятельности человека на окружающую природу. Оценки показывают, что с CO₂ связано 80% парникового антропогенного эффекта, в то время как метан дает 18-19 %, а остальные газы 1-2% антропогенного парникового эффекта.

Все перечисленные газы имеют различную способность к образованию парникового эффекта, их вклад их в глобальное потепление выражается при помощи эквивалента – CO₂ (см. таблицу 1).

Таким образом, суммарные объемы выбросов парниковых газов оцениваются в так называемом углеродном эквиваленте, или углеродных единицах, исчисляемых с помощью переводных коэффициентов, представленных в таблице 1. В частности, годовая квота для России установлена в размере около 3 млрд. тонн в углеродном эквиваленте. Проведенная в 2004 г. инвентаризация показала, что фактически в России суммарный годовой выброс парниковых газов составил 1,953 млрд. тонн углерода. Более 50% выбросов парниковых газов в России приходится на РАО «ЕЭС России» и ОАО «Газпром».

В соответствии с Киотским протоколом, 36 промышленно развитых стран должны снизить объемы выбросов парниковых газов, доведя их до уровня ниже своих объемов базового 1990 г. за период с 2008 по 2012 г.

Для стран Европейского Союза требуемое сокращение составляет 8% ниже уровня 1990 г. В текущем же году ЕС по объемам выбросов на 6% превысил уровень 1990 г. Россия, столкнувшаяся после 1990 г. с экономическим кризисом, в настоящее время на 30% не достигает собственного уровня 1990 г., который установлен для нее Киотским протоколом.

В рамках Киотского протокола были предло-

Таблица 1. Коэффициенты эквивалентности парниковых газов

Наименование парникового газа	Эквивалентная масса CO ₂ (кг)	Источники парникового газа
Углекислый газ	1	Сжигание топлива, производство цемента, лесные пожары, деградация почв и пр.
Метан	21	Утечки из газопроводов и арматуры, сельское хозяйство, полигоны отходов
Закись азота	310	Производство и применение минеральных удобрений, химическая промышленность, сельское хозяйство
Гидрофторуглероды	140-11 700	Холодильное оборудование
Перфторуглероды	6 500-9 200	Производство алюминия, электроники, растворителей
Гексафторид серы	23 900	Производство электроники, изоляционных материалов



жены рыночно-ориентированные механизмы, позволяющие достичь необходимого сокращения выбросов парниковых газов с наименьшими затратами:

- совместное выполнение обязательств сторонами;
- реализация совместных проектов;
- реализация механизма чистого развития;
- торговля квотами на выбросы парниковых газов.

Эксплуатация газотранспортной системы неизбежно сопряжена с выбросами парниковых газов – углекислого газа (CO₂) и метана (CH₄) в составе природного газа. Углекислый газ образуется при сжигании топливного газа в камерах сгорания газоперекачивающих агрегатов, а метан в составе природного магистрального газа стравливается в атмосферу через негерметичные газовые краны и при опорожнении участков газопроводов при подготовке к проведению работ на линейной части.

Одним из практических способов, стимулирующих снижение выбросов парниковых газов, является реализация энергетической стратегии России в области энергосбережения. Основным регулирующим документом в области энергосбережения является Федеральный закон «Об энергосбережении». Он регулирует эффективное использование энергетических ресурсов и вместе с тем отвечает целям и задачам Рамочной конвенции ООН об изменении климата, поскольку направлен на сокращение энергопотребления и энергосбережение.

В целях оценки эффективного использования энергетических ресурсов и снижения затрат потребителей на топливо- и энергообеспечение проводятся энергетические обследования и аудиты объектов-потребителей топлив-

Таблица 2. Установленная мощность ГПА по ОАО «Газпром»

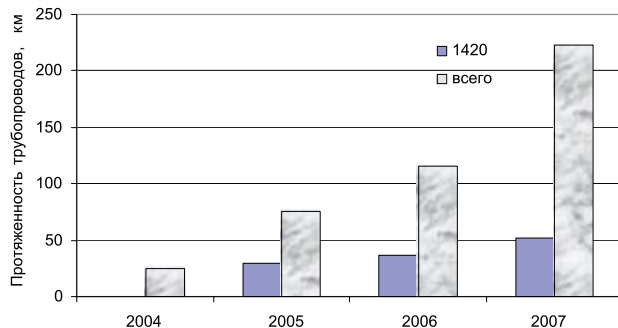
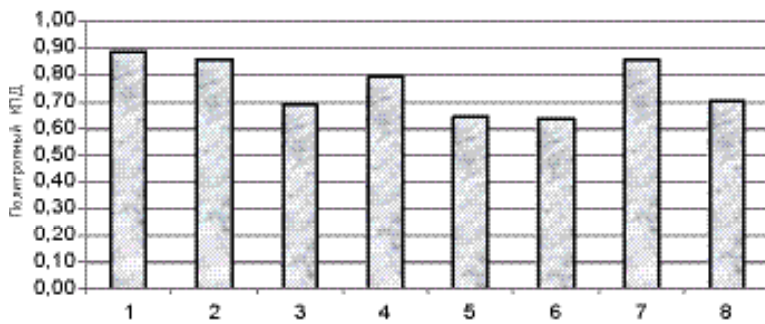
Тип ГПА	Количество ГПА, шт.	Средняя единичная мощность, кВт	Суммарная мощность, кВт
ГГПА	3244	11978	38856400
ЭГПА	697	8353	5821700
ГМК	168	1391	233712
ИТОГО	4109	21722	44911812

но-энергетических ресурсов.

Опыт проведения энергетических обследований объектов ОАО «Газпром» позволил выявить основные причины эмиссии парниковых газов и наметить пути ее сокращения.

В таблице 2 представлена информация по парку газоперекачивающих агрегатов, установленных на объектах газотранспортной отрасли РФ. Из таблицы следует, что значительный потенциал выбросов парниковых газов приходится на ГПА, установленные на объектах транспорта газа. Нами была произведена оценка возможности снижения выбросов углекислого газа (CO₂) за счет повышения КПД газоперекачивающих агрегатов в целом по ОАО «Газпром».

Причинами снижения КПД ГПА являются неудовлетворительное техническое состояние и режим работы, отличающийся от номинального. По мере эксплуатации ГПА происходит загрязнение проточной части и нарушение оптимальной величины радиальных зазоров осевого компрессора. Кроме того, практически на каждом газоперекачивающем агрегате установлен утилизатор теплоты уходящих газов, кото-



рый вносит дополнительное аэродинамическое сопротивление в газоздушный тракт ГПА и вызывает повышение расхода топливного газа. Наличие утилизатора теплоты уходящих газов, даже установленного на обводном газоходе, вызывает повышение расхода топливного газа на 1%. Вместе с тем, исследования показали, что на нужды отопления, вентиляции и ГВС ЛПУМГ требуется не более 10% того потенциала вторичных энергоресурсов, который имеется. Поэтому в настоящее время необходимо провести технико-экономическое обоснование самого факта установки и количества утилизаторов теплоты уходящих газов с учетом возможного получения экономического эффекта за счет снижения выбросов CO₂ в атмосферу.

Поддержание же КПД на номинальном уровне приводит к снижению потребления топливного газа. Многолетний опыт проведения инструментальных обследований газотранспортного оборудования ОАО «Газпром» показал, что повышение КПД газоперекачивающих агрегатов на 1% приводит к снижению расхода топливного газа в целом по ОАО «Газпром» на 1,4 млрд. куб. м в год, что эквивалентно уменьшению выбросов в атмосферу парникового газа CO₂ в количестве 2,76 млн. тонн в год, или 36 млн. Евро (при цене 13 Евро за 1 т. углеродного эквивалента). Кроме того, при этом снижаются затраты на природный газ в размере около 50 млн. Евро в год.

Также на энергетическую эффективность работы ГПА влияет режим работы нагнетателя, поскольку ГТУ и нагнетатель неразрывно связаны силовым валом. Результаты определения политропного КПД для всех обследованных ГПА (находящихся в работе в период проведения инструментальных обследований на одной из КС ОАО «Газпром») представлены ниже на рисунке 1.

Рис. 1. Значения политропических КПД нагнетателей одной из КС ОАО «Газпром»

Рис. 2. Динамика объемов капитальных ремонтов МГ по одному из Обществ ОАО «Газпром»

Рис. 3. Структура снижения выбросов парниковых газов по видам мероприятий на примере одного из Обществ ОАО «Газпром»

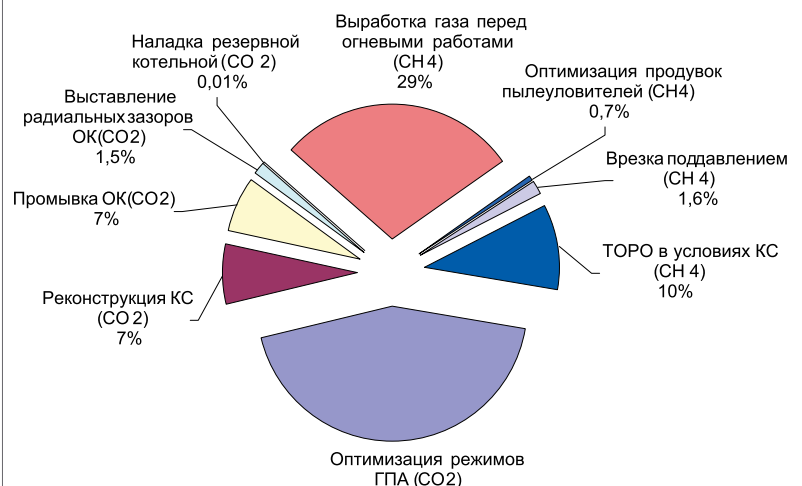
На рисунке обозначена область оптимальных значений КПД нагнетателей. Как видим, КПД ГПА № 3, 5, 6, 8 соответствуют неоптимальным режимам работы нагнетателей и вызывают повышение расхода топливного газа.

По результатам проведенных энергоаудитов в ОАО «Газпром» было установлено, что основной потенциал сбережения топливного газа заключается в оптимизации режимов работы ГПА. Подведение итогов работы одного из Обществ ОАО «Газпром» за 2006 г. показало, что оптимизация режимов работы ГПА позволила снизить расход топливного газа на 75 000 тыс. куб. м/год, что соответствует снижению выбросов CO₂ на 148 тыс. тонн (1,9 млн. Евро в год), при этом снижение затрат на топливный газ составило около 4,3 млн. Евро.

Среди наиболее значимых проектов, которые вписываются в идеологию Киотского протокола, является сокращение потерь природного газа. Произведем анализ количества выбросов метана CH₄ одного из газотранспортных Обществ ОАО «Газпром». При эксплуатации объектов магистрального транспорта газа метан выбрасывается в атмосферу от утечек через негерметичные газовые краны и при подготовке газопроводов к проведению регламентных работ на линейной части – пропуску очистных устройств и проведению ремонтов.

При пропуске поршней по магистральным газопроводам газ стравливается в атмосферу через свечи коммуникаций камер приема и запуска поршней. В настоящее время конструкции обвязки камер приема-запуска очистных устройств предусматривают максимальное полезное использование газа, а потому потери его сведены до минимума – стравливание газа в атмосферу при очистке газопровода диаметром 1 420 мм не превышает 200 тыс.куб. м при пропуске одного очистного устройства, что не превышает 0,01 % от расхода газа на СН.

Объемы выбросов метана при проведении ремонтов газопроводов в первую очередь за-



висят от количества проведенных ремонтных работ. В настоящее время система существующих газо-проводов в основном исчерпала свой эксплуатационный ресурс и требует существенных затрат на поддержание ее в рабочем состоянии. В настоящее время по ОАО «Газпром» ежегодно переизоляции с заменой трубопроводов подлежат более 2 000 км газопроводов, из них около 500 км – магистральные газопроводы диаметром 1420 мм. И объем работ по ремонту газопроводов неуклонно нарастает. Динамика объемов капитальных ремонтов МГ по одному из Обществ ОАО «Газпром» представлена на *рисунке 2*.

Увеличение объемов ремонтов приводит к увеличению срабатывания природного газа. Установлено, что валовый выброс метана увеличился по сравнению с 1991 г. на 6,7 тыс. тонн в год (13,5 %).

С учетом протяженности газопроводов, объемов ремонтных работ, товаротранспортной работы, оценочные выбросы парникового газа метана в атмосферу в целом по ОАО «Газпром» в настоящее время составляют 2 700 тыс. куб. м в год (в денежном выражении 95 млн. Евро в пересчете на природный газ). Это эквивалентно выбросам CO₂ в количест-

ве 38 млн. тонн и плате за выбросы в объеме 500 млн. Евро при торговле квотами на эмиссию парниковых газов в условиях реализации Киотского протокола.

В заключении (*см. таблицу 3*) приведем некоторые результаты реализации мероприятий по энергосбережению одного из Обществ ОАО «Газпром», которые привели к снижению выбросов парниковых газов. На *рисунке 3* представлена структура вклада каждого из реализованных мероприятий в общее снижение выбросов парниковых газов по Обществу.

Видно, что основной вклад вносят мероприятия по оптимизации режимов эксплуатации ГПА и выработка газа из отключаемых участков газопроводов перед проведением ремонтных работ. В сумме эти мероприятия составляют 71% общего достигнутого эффекта.

Если учесть количество ГПА, эксплуатирующихся в ОАО «Газпром», и полную длину обслуживаемых газопроводов, то полное снижение выбросов парниковых газов по ОАО «Газпром» за 5 лет реализации решений Киотского протокола ориентировочно составит 60 млн. тонн, или 1,5 млрд. Евро (с учетом стоимости сэкономленного природного газа). ☐

Таблица 3. Результаты реализации мероприятий по снижению выбросов парниковых газов на примере одного из Обществ ОАО «ГАЗПРОМ»

Наименование мероприятия	Экономия природного газа, тыс. м ³	Снижение выбросов в углеродном эквиваленте, тыс. тонн	Экономический эффект, от снижения выбросов парниковых газов/полный, тыс. Евро
Снижение выбросов CO₂			
Оптимизация режимов	75000	148,0	1900 / 4628
Реконструкция КС с заменой ГПА	12070	23,814	310 / 749
Очистка и промывка проточной части осевых компрессоров	11425	22,542	293 / 709
Уменьшение радиальных зазоров в проточной части осевых компрессоров ГПА	2580	5,090	66 / 160
Режимная наладка котлов резервной котельной	8	0,016	0,205 / 0,5
Кислотная промывка котлов резервной котельной	14	0,028	0,360 / 1
ВСЕГО по снижению выбросов CO₂	101097	199,490	2569 / 6247
Снижение выбросов CH₄			
Выработка газа потребителями из отключаемого участка перед выполнением огневых работ	6880	98,246	1277 / 1527
Оптимизация продувок пылеуловителей	67	1,407	30 / 32
Применение безрасходных схем продувки пылеуловителей ГРС	52	1,092	14 / 16
Врезка под давлением	252	5,292	69 / 78
Проведение ТОРО парка ГПА в условиях КС	1676	35,196	458 / 519
ВСЕГО по снижению выбросов метана	8927	141,233	1848 / 2173
ИТОГО	110024	340,723	4418 / 8419