



ДВУХТОПЛИВНАЯ СИСТЕМА

ИНСТРУКЦИЯ
ПО МОНТАЖУ И ЭКСПЛУАТАЦИИ

СЕРИЯ А

СЕРИЯ I

СЕРИЯ II

СЕРИЯ III

СЕРИЯ IV

Перевод: Павлов П.А.

117049 Россия, Москва

ул. Мытная, д.3, оф.41

Тел.: +7 495 755 3653

E-mail: ppavlov@altronic.ru

Web: www.altronic.ru

**GTI Division of
Altronic Controls, Inc.**

1317 Shotgun Road

Weston, Florida, 33326

Phone: (954) 217-0087

Fax: (954) 217-0082

Web: www.gti-aci.com

Altronic Controls, Inc.

1410 North First Street

Garland, Texas 75040

Phone: (972) 494-0522

Fax: (972) 272-4017

Web: www.altroniccontrols.com

FORM GTI IOM 12-04

1.0	ОГЛАВЛЕНИЕ	
1.0	ОГЛАВЛЕНИЕ	2
2.0	ДЕКЛАРАЦИЯ	3
3.0	МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ	3
4.0	ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ И ТЕОРИЯ ПРИМЕНЕНИЯ	4
5.0	ПОДАЧА ГАЗА	14
6.0	МОНТАЖ	16
6.1	ГАЗОВОЗДУШНЫЙ СМЕСИТЕЛЬ	16
6.2	ГАЗОВАЯ МАГИСТРАЛЬ И РЕГУЛЯТОР РАСХОДА ГАЗА	18
6.3	ПАНЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ	21
6.4	ДАТЧИКИ	22
6.5	ЖГУТЫ ПРОВОДОВ	25
7.0	НАСТРОЙКА И ЗАПУСК ДВИГАТЕЛЯ	26
7.1	ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	26
7.2	ВЫБОР РАБОЧИХ ПАРАМЕТРОВ	28
7.3	ПРОЦЕДУРА НАСТРОЙКИ ДВИГАТЕЛЯ	29
8.0	ПРИЛОЖЕНИЯ	
A.	СОСТАВ ОБОРУДОВАНИЯ	37
B.	РУКОВОДСТВО ПО СБОРКЕ ГАЗОВОЙ МАГИСТРАЛИ	38
C.	СПЕЦИФИКАЦИЯ ДАТЧИКОВ	42
D.	СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ	44
E.	ПЕРЕВОДНЫЕ ТАБЛИЦЫ	45
F.	ОТЧЕТНЫЙ ДОКУМЕНТ	49

2.0 ДЕКЛАРАЦИЯ

Настоящее руководство предназначено для квалифицированного и опытного технического персонала, прошедшего специальную подготовку по эксплуатации и техническому обслуживанию промышленных дизельных двигателей. Настоящее руководство не может служить справочником по дизельным двигателям и требует от читателя хорошего владения теорией и практикой эксплуатации дизельных двигателей. **МОНТАЖ ДВУХТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ ДОЛЖЕН ВЫПОЛНЯТЬСЯ ТОЛЬКО КВАЛИФИЦИРОВАННЫМ ПЕРСОНАЛОМ.**

3.0 МЕРЫ ПРЕДОСТОРОЖНОСТИ

ОПАСНО! НЕСОБЛЮЖДЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ИНСТРУКЦИИ ПО МОНТАЖУ И ТЕХНИЧЕСКОГО РУКОВОДСТВА МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К НЕПРАВИЛЬНОЙ РАБОТЕ ДВУХТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ И (ИЛИ) К ТРАВМИРОВАНИЮ ИЛИ СМЕРТИ ОПЕРАТОРОВ И ОКРУЖАЮЩЕГО ПЕРСОНАЛА.

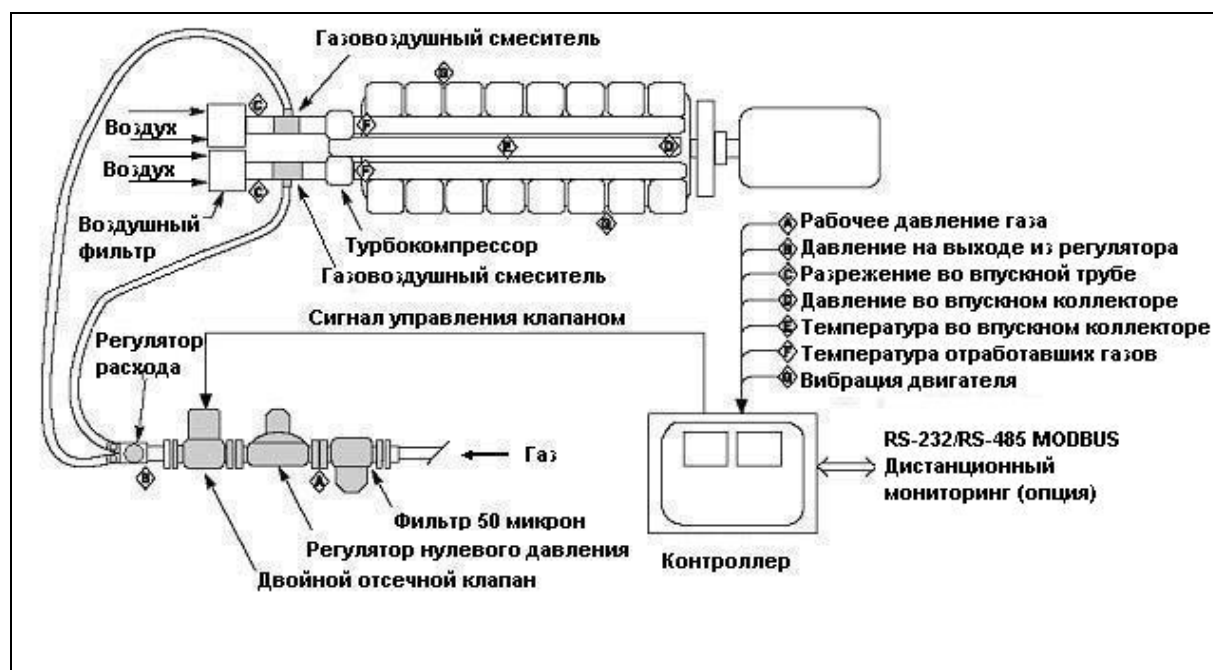
ВНИМАНИЕ! НЕВЫПОЛНЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ ИНСТРУКЦИИ ПО МОНТАЖУ И ТЕХНИЧЕСКОГО РУКОВОДСТВА МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К ПОВРЕЖДЕНИЮ ИЛИ РАЗРУШЕНИЮ ДООБОРУДОВАННОГО ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ И ОБОРУДОВАНИЯ, РАБОТАЮЩЕГО СОВМЕСТНО С НИМ.

- При установке двухтопливной системы необходимо соблюдать все местные нормы и правила. Монтаж и (или) приемку всех компонентов газовой магистрали необходимо поручить подрядной организации, специализирующейся на прокладке трубопроводов.
- В местах проведения работ необходимо обеспечить достаточную вентиляцию, чтобы не допустить скопления газа вследствие утечки. Скопление природного газа или других углеводородных паров может привести к мощному взрыву, способному повредить или уничтожить сооружения и послужить причиной травмы или смерти находящегося поблизости персонала.
- На всех этапах монтажных работ необходимо иметь огнетушитель соответствующего класса в легкодоступном месте.
- Обращайте внимание на все предупредительные надписи, нанесенные на оборудовании. Следует позаботиться о том, чтобы предупредительные надписи легко читались и не были закрыты грязью, смазкой или другим оборудованием.
- Недопустимо использовать деталь, по которой видно, что она подвергалась разборке, действию высокой температуры или повреждена. Установка поврежденной детали может привести к утечке газа и (или) неправильной работе двухтопливной системы.
- Не запускайте двигатель, пока не проведете тщательную проверку системы на герметичность. Применяйте стандартный промышленный индикатор утечки для контроля всех соединений, стыков и фланцев. **НЕОБХОДИМО УСТРАНИТЬ ВСЕ ТЕЧИ, ПРЕЖДЕ ЧЕМ ЭКСПЛУАТИРОВАТЬ ДВИГАТЕЛЬ В ДВУХТОПЛИВНОМ РЕЖИМЕ.**
- Все детали двухтопливной системы должны эксплуатироваться в диапазоне температур и давлений, обозначенном в данном руководстве или указанном на этикетках деталей. Эксплуатация деталей за пределами диапазона рабочих давлений или температур может привести к пожару, взрыву и (или) травмированию персонала.

4.0 ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ И ТЕОРИЯ ПРИМЕНЕНИЯ

4.1 Общие сведения

Двухтопливная система компании GTI представляет собой техническое решение, позволяющее дизельным двигателям работать на смеси дизельного топлива и природного газа. Это достигается благодаря использованию специального патентованного оборудования собственного производства, смонтированного на двигателе. Перевод на двухтопливный режим не требует никаких существенных изменений или модификации двигателя и позволяет ему работать на топливных смесях с содержанием газа от 50 до 70 и более процентов от общего количества израсходованного топлива. После дооборудования двигатель по-прежнему может работать на 100% дизельном топливе без потери мощности или КПД. Конструкция двухтопливной системы позволяет переключать топливные режимы при полной или частичной нагрузке без изменения скорости, мощности, не нарушая устойчивой работы двигателя. Работа двухтопливной системы основана на использовании метода фумигации, при котором газ подается в цилиндры через стандартную систему впуска воздуха, а затем поджигается дизельным «запальником», который служит воспламенителем для газо-воздушной смеси.



Основные компоненты двухтопливной системы GTI

Существуют две версии двухтопливной системы – стандартная, описанная выше, которая регулирует подачу газа в зависимости от потока воздуха, всасываемого двигателем, и дополнительная версия системы - Динамической Подачи Газа (ДПГ), которая регулирует подачу газа независимо, добиваясь оптимального соотношения компонентов топлива при различных нагрузках. Версия ДПГ использует измеритель выходной мощности генератора как индикатор нагрузки, а также постоянно измеряет расход дизельного топлива. Для изменения соотношения компонентов топлива между регулятором нулевого давления и газовоздушным смесителем дополнительно установлен клапан переменного давления, управляемый контроллером на основе данных о состоянии системы. В комплект поставки ДПГ версии системы включена дополнительная инструкция; при эксплуатации версии ДПГ необходимо руководствоваться обеими инструкциями.

4.2 Области применения

Двухтопливная система предназначена для установки на приводные двигатели электрогенераторов, насосов, компрессоров и других установок промышленного назначения, работающих при постоянных оборотах. Двигатели с переменной частотой вращения также могут быть дооборудованы двухтопливной системой, если это позволяет их система управления и режим работы двигателя. Двухтопливная система рассчитана на длительную непрерывную работу, например в составе основных источников электроэнергии или в насосных установках на нефтяных месторождениях.



Дизельная генераторная станция мощностью 60 МВт, оснащенная двухтопливной системой GTI, восполняющая потребности энергии в период пикового потребления

4.3 Сочетаемые виды топлива

Двухтопливная система совместима с различными видами топлива на основе метана, например природным газом, попутным газом, биогазом и автоклавным газом. Такие углеводородные газы, как пропан и бутан, в чистом виде непригодны для двухтопливного режима работы ввиду неблагоприятных характеристик их процесса горения. Качество и состав газа – решающие факторы для эксплуатации двигателя в двухтопливном режиме. В идеальном случае газ трубопроводного качества должен иметь высокую концентрацию метана и низкую общую концентрацию тяжелых углеводородов (см. таблицу). При наличии газа более низкого качества (трубопроводного или иного) возможно снижение производительности двигателя и (или) уменьшение нормы замещения газом.

Метан	Этан	Пропан	Бутан	Азот	Углерод	Кислород
97,09	0,88	0,26	0,09	1,41	0,12	-

Высококачественный «трубопроводный» газ / состав в объемных %

4.4 Типоразмеры двухтопливной системы

Двухтопливная система сконструирована как расширяемая технология, которая может быть адаптирована к двигателям различных классов. Типичное применение двухтопливной системы - на высокооборотистых (>1200 об/мин) дизельных двигателях мощностью от 100 л.с. (75 кВт) до 4000 л.с. (3000 кВт). Двухтопливная система предлагается в пяти стандартных модификациях, каждая из которых рассчитана на определенный диапазон мощностей двигателя или генератора (измеряемых в лошадиных силах или киловаттах).

Модель	Электрическая мощность	Механическая мощность
серия А	До 150 кВт	До 200 л.с.
серия I	До 300 кВт	До 400 л.с.
серия II	350-600 кВт	450-800 л.с.
серия III	650-1100 кВт	850-1400 л.с.
серия IV	1200-3000 кВт	1600-4000 л.с.

Применение комплектов двухтопливной системы GTI

4.5 Система газоснабжения

В двухтопливной системе реализована вакуумная схема регулирования подачи газа, когда те или иные изменения потока воздуха, поступающего в зону горения, вызывают соответствующие изменения потока газа. Для подачи газа в двигатель используется газо-воздушный смеситель, установленный на входе в турбокомпрессор.

Описание компонентов системы газоснабжения:

Газо-воздушный смеситель

Газо-воздушный смеситель (ГВС) смешивает поступающий в двигатель воздух с соответствующим количеством натурального газа, образуя горючую смесь. ГВС устанавливается между корпусом воздушного фильтра и турбокомпрессором. Газо-воздушный смеситель – это прибор «равного сопротивления», в конструкции нет подвижных деталей.

Воздух, поступающий в ГВС, обтекает секцию диффузора, вызывая образование турбулентной области низкого давления. Эта область низкого давления втягивает натуральный газ в секцию диффузора, а через структуру радиальных каналов, выполненных с высокой точностью в выходной части сопла, газ подается в турбулентный воздушный поток сразу за диффузором, чем достигается высокая степень перемешивания двух сред. Газо-воздушный смеситель двухтопливной системы обеспечивает высокую степень перемешивания при минимальном возмущении воздушного потока.

ГВС был сконструирован с помощью системы автоматизированного проектирования и изготовлен из авиационно-космических материалов, которые были обработаны на станке с ЧПУ, а затем собраны с использованием самой передовой технологии сварки. Собранный смеситель был анодирован согласно требованиям военных стандартов для обеспечения твердости и стойкости против коррозии. Газо-воздушный смеситель в стандартном исполнении имеет наружные диаметры 5, 6, 7 и 10 дюймов (127, 152, 178 и 254 мм).

Газовая магистраль

Двухтопливная система требует точного регламентирования и управления потоком газа. Чтобы двухтопливная система функционировала правильно, в ее состав входит специализированная «газовая магистраль», состоящая из газового фильтра, регулятора нулевого давления и соленоидного электроклапана. Газовая магистраль принимает газ низкого давления в диапазоне 1-5 фунтов на квадратный дюйм (PSI) или 7-35 килопаскалей (kPa) и подает газ в двигатель под давлением, примерно равным атмосферному (или слегка отрицательным).

Фильтр: Газовый фильтр служит для защиты газовой магистрали и двигателя от твердых загрязняющих веществ, которые могут присутствовать в газовом потоке. Фильтрующий элемент изготовлен из неупорядоченного нетканого полипропилена с каркасом из нержавеющей стали; размер пор – около 50 микрон. Корпус фильтра выполнен в виде литой алюминиевой разъемной конструкции с уплотнениями из бутадиенового каучука. Нетканый материал задерживает пыль, осколки породы и ржавчину, а также другие твердые частицы, присутствующие в газовом потоке. В случае переполнения фильтра или чрезмерного перепада давлений фильтр теряет свои защитные функции. Фильтрующий элемент необходимо заменять по крайней мере раз в год или всякий раз, когда разность давлений возрастет на 100% по сравнению с новым фильтром или когда разность давлений превышает 10 мБар. В корпусе фильтра выполнены два резьбовых отверстия (до и после фильтрующего элемента), предназначенных для замера перепада давлений на фильтре. **Прим: Газовый фильтр не предназначен для первичной фильтрации газа. Поступающий газ должен быть трубопроводного качества.**

Регулятор нулевого давления: РНД состоит из литого алюминиевого корпуса, в котором находятся рабочие диафрагмы, регулируемая пружина для корректировки давления и предварительно нагруженная возвратная пружина. В регуляторе применяются диафрагмы и уплотнения из бутадиенового каучука, пригодные для использования в среде газов на основе метана с содержанием сероводорода до 0,1% сухого веса. Не рекомендуется использовать в газовой среде, которая может вызвать коррозию алюминия, стали или иных цветных металлов, например латуни. Регулятор действует по принципу разности давлений между впускным и выпускным каналами, поддерживая заданное давление на выходе. Регулятор обнаруживает изменения величины разрежения во впускной трубе двигателя (у выпускного канала регулятора) при увеличении или уменьшении нагрузки и регулирует расход газового потока таким образом, чтобы поддерживать установленное давление на выходе. РНД подает газ в двигатель под давлением, примерно равным атмосферному.

Газовый электромагнитный клапан (серия А): Газовый электромагнитный клапан (ГЭК) – нормально закрытый, двухходовой клапан, управляется напряжением постоянного тока. В ГЭК применяются диафрагмы и уплотнения из бутадиенового каучука, пригодные для использования в среде газов на основе метана с содержанием сероводорода до 0,1% сухого веса. Не рекомендуется использовать в газовой среде, которая может вызвать коррозию алюминия, стали или иных цветных металлов, например латуни. По специальному жгуту проводов с пульта управления двухтопливной системы на газовый электромагнитный клапан подается напряжение 12 В постоянного тока. При подаче напряжения на ГЭК активируется двухтопливный режим. При отмене сигнала напряжения двигатель немедленно переключается в дизельный режим.

Двойной модульный клапан (серия I-IV): Двойной модульный клапан (ДМК) – нормально закрытый, двухступенчатый клапан, управляется напряжением постоянного тока. В ДМК применяются диафрагмы и уплотнения из бутадиенового каучука, пригодные для использования в среде газов на основе метана с содержанием сероводорода до 0,1% сухого веса. Не рекомендуется использовать в газовой среде, которая может вызвать коррозию алюминия, стали или иных цветных металлов, например латуни. По специальному жгуту проводов с пульта управления двухтопливной системы на двойной модульный клапан подается напряжение 24 В постоянного тока. При подаче напряжения на ДМК, т.е. при активации двухтопливного режима, клапан первой ступени открывается мгновенно, тогда как клапан второй ступени поднимается медленно (требуется примерно 30 секунд для полного открытия клапана 2 ступени). Медленное открывание ДМК позволяет двухтопливной системе поддерживать стабильность работы двигателя в процессе перехода к двухтопливному режиму. При отмене сигнала напряжения обе ступени ДМК немедленно закрываются, вызывая немедленный переход двигателя в дизельный режим.

Регулятор расхода газа: Регулятор расхода газа (РРГ) - это патентованный прибор, который позволяет точно отрегулировать поток газа, подаваемого в двигатель. Регулятор расхода газа работает совместно с РНД и газо-воздушным смесителем, регулируя количество газа, подаваемого в двигатель при данной нагрузке.

РРГ сконструирован с помощью системы автоматизированного проектирования и изготовлен из авиационно-космических материалов, обработанных на станке с ЧПУ, а затем собран с использованием самой передовой технологии сварки. Собранный регулятор расхода был анодирован согласно требованиям военных стандартов для обеспечения твердости и стойкость против коррозии. Конструктивно РРГ представляет собой регулятор расхода седельного типа, состоящий из регулировочного резьбового винта и седла. При настройке задается величина зазора в корпусе регулятора расхода; тем самым ограничивается максимальный расход газа по всему диапазону нагрузок двигателя. С изменением нагрузки происходит соответствующее изменение величины разрежения двигателя. Регулятор нулевого давления реагирует на изменение величины разрежения, увеличивая (при возросшей нагрузке) или уменьшая (при уменьшении нагрузки) подачу газа, тем самым поддерживая установленное выходное давление. РРГ, установленный между регулятором и газо-воздушным смесителем, определяет максимальное количество газа, которое может подаваться в двигатель для данного уровня разрежения. Используя регулировочный резьбовой винт, оператор устанавливает желаемое соотношения газа и дизельного топлива. Для двигателей, которым требуются два газо-воздушных смесителя, поставляется «сдвоенный РРГ», состоящий из трех отдельных резьбовых винтов (первичный и два вторичных для корректировки газового потока в каждый ряд цилиндров). Для двигателей, которым требуется один газо-воздушный смеситель, поставляется «одинарный РРГ» с одним регулировочным винтом.

Одинарный регулятор расхода



Сдвоенный регулятор расхода



Типичные регуляторы расхода GTI

4.6 Приборы управления и контроля

Двухтопливная система поставляется с электронной панелью управления, которая контролирует и отображает ключевые параметры двигателя и самой системы. Анализируя сигналы различных датчиков и заданные параметры системы, панель активирует или деактивирует двухтопливный режим. В зависимости от модели двухтопливной системы, панель управления содержит DE терминал (панель GPN0500), DE-1510 контроллер (панель GPN1000) или контроллер DE-2510 и DCM контроллер (панель GPN2000). В комплект поставки входят все необходимые датчики и жгуты. Датчики подключаются к жгутам в соответствии с заводской маркировкой; монтажник обязан также подключить жгуты к заземлению панели управления.

В число контролируемых параметров входят: температура отработавших газов (ТОГ), температура воздуха в коллекторе (ТВК) и давление воздуха в коллекторе (ДВК), разрежение во впускной трубе (РВТ) и вибрация двигателя (ВИБ). **Прим: Датчики вибрации рекомендованы, но не входят к комплект поставки двухтопливной системы серии А, I и II; с комплектами серий III и IV поставляются стандартно.** Кроме того, контролируется рабочее давление газа (РДГ) на входе в газовую магистраль и давление на выходе из регулятора нулевого давления (ДВР). **Прим: Барометрическое реле ДВР не поставляется с двухтопливной системой серии А.** Светодиоды на панели управления позволяют визуально контролировать состояние системы. Если панель управления обнаруживает какое-либо нарушение, двухтопливный режим деактивируется и двигатель переводится в 100% дизельный режим работы.



Электронные панели управления GTI

Контроллер серии DE компании Altronic – микропроцессорный модуль, предназначенный для управления двухтопливной системой на основе цифровых и аналоговых входных сигналов. С помощью персонального компьютера (ПК) и программы, входящей в комплект поставки, модуль DE программируется для различных конфигураций системы; заданные параметры сохраняются в энергонезависимой памяти. Серийные разъемы предназначены для подключения ПК, ПЛК или модема. Четырехстрочный жидкокристаллический дисплей отображает состояние системы, адреса каналов и заданные параметры. Тактильная клавиатура служит для управления системой. DE контроллер управляет подачей газа, а в версии ДПГ регулирует оптимальное соотношение компонентов топлива на различных режимах работы. Кроме того, DE контроллер обеспечивает связь и передачу данных в систему дистанционного мониторинга.

Электронный пирометр DSM-4388DUS компании Altronic предназначен для контроля температуры с помощью стандартных термопар типа «К». Для обработки 8 входных сигналов используется микроконтроллер, значения параметров сохраняются в энергонезависимой памяти. Жидкокристаллический дисплей отображает номера каналов и численные значения температур. Тактильная клавиатура служит для управления пирометром.

Прим: Принцип действия и настройка контроллеров DE-1510 и DE-2510 описаны в руководствах GTI-A, GTI-L и GTI-V.

Алгоритм работы: Параметры, вводимые в систему, делятся на две группы: УПРАВЛЕНИЕ и БЕЗОПАСНОСТЬ. Давление воздуха в коллекторе (ДВК) – единственный параметр группы УПРАВЛЕНИЕ и используется для определения «окна» нагрузки двигателя, в котором разрешен двухтопливный режим. Панель управления использует значения ДВК для определения нагрузки двигателя; оператор может запрограммировать минимальное и максимальное значение параметра ДВК. При этом минимальное значение определяет «минимум» нагрузки для активации двухтопливного режима, а максимальное значение – «максимум» нагрузки, при которой двухтопливный режим деактивируется.

Все остальные параметры относятся к группе БЕЗОПАСНОСТЬ. Если значение параметра выйдет за установленные пределы, панель управления деактивирует двухтопливный режим и переключит двигатель в 100% дизельный режим. **Прим:** **Выход параметров группы БЕЗОПАСНОСТЬ за установленные пределы не приведет к останову двигателя, а только к переключению топливных режимов.** Панель управления переключает топливные режимы, подавая или снимая сигнал напряжения на двойной модульный клапан ДМК. В случае деактивации двухтопливного режима, причина отображается на экране дисплея, загорается красный светодиод на панели GPN. Панель GPN0500 не имеет дисплея, только светодиод.

Все панели управления имеют функцию «запрет двухтопливного режима», которая не допускает работу в двухтопливном режиме, пока не замкнется внешний предохранительный контакт. Обычно это контакт внешнего реле, отображающий состояние «двигатель работает» или «сетевой контактор замкнут». Эта функция позволяет панели управления оставаться под напряжением (чтобы отображать любые диагностические сообщения после останова двигателя), не допуская в то же время подачу газа при неработающем двигателе.

Панель управления контролирует следующие параметры:

Температура отработавших газов (ТОГ): Панель управления контролирует ТОГ, чтобы защитить двигатель от перегрева при работе в двухтопливном режиме. Оператор программирует МАКСИМАЛЬНО допустимое значение ТОГ. В разных версиях двухтопливной системы присутствует от 1 до 4 каналов контроля ТОГ. Обычно ТОГ контролируется в каждом ряду цилиндров (один канал для L-образных двигателей, два канала для V-образных). Дополнительные каналы ТОГ могут потребоваться для различных модификаций двигателей. Значение ТОГ контролируется с помощью термопар типа «К» и отображается в градусах Цельсия либо Фаренгейта. Если значение ТОГ превысит заданный безопасный предел, панель управления автоматически переключит двигатель в 100% дизельный режим.

Температура воздуха в коллекторе (ТВК): Панель управления контролирует ТВК, чтобы защитить двигатель от перегрева, который может привести к возникновению детонации в двухтопливном режиме. Оператор программирует МАКСИМАЛЬНО допустимое значение ТВК. В разных версиях двухтопливной системы присутствует от 1 до 4 каналов для контроля ТВК в каждом отдельном коллекторе. Значение ТВК контролируется с помощью термодатчиков типа «К» и отображается в градусах Цельсия либо Фаренгейта. Если значение ТВК превысит заданный безопасный предел, панель управления автоматически переключит двигатель в 100% дизельный режим.

Давление воздуха в коллекторе (ДВК): Панель управления контролирует ДВК, чтобы определить нагрузку двигателя. Оператор программирует МИНИМАЛЬНОЕ и МАКСИМАЛЬНОЕ значения ДВК. Минимальное значение задает минимальный для двухтопливного режима уровень нагрузки, максимальное – соответственно максимальную для двухтопливного режима нагрузку. После того, как эти величины заданы, двигатель будет работать в двухтопливном режиме только тогда, когда нагрузка ВЫШЕ запрограммированного МИНИМУМА но НИЖЕ запрограммированного МАКСИМУМА. В разных версиях двухтопливной системы присутствует от 1 до 4 каналов для контроля ДВК. Значение ДВК контролируется с помощью датчиков давления и отображается в фунтах на квадратный дюйм (PSI) или в килопаскалях (kPa).

Разрежение во впускной трубе (РВТ): Панель управления контролирует РВТ, чтобы защитить двигатель на случай чрезмерного загрязнения воздушного фильтра. Чрезмерное загрязнение воздушного фильтра (о чем говорит высокий уровень разрежения РВТ) может привести к переобогащению газозооной смеси в двухтопливном режиме. В разных версиях двухтопливной системы присутствует от 1 до 4 каналов для контроля РВТ в каждой отдельной впускной трубе. Если значение РВТ превысит заданный безопасный предел, панель управления автоматически переключит двигатель в 100% дизельный режим. Оператор программирует МИНИМАЛЬНО допустимое значение РВТ. Значение РВТ контролируется с помощью датчиков давления и отображается в фунтах на квадратный дюйм (PSI) или в килопаскалях (kPa).

Вибрация двигателя (ВИБ): Панель управления контролирует ВИБ, чтобы защитить двигатель на случай чрезмерной вибрации. Чрезмерная вибрация двигателя может служить признаком возникновения детонации или других нарушений рабочего процесса. Контроль вибрации с помощью панелей управления серий А, I и II возможен как опция. Панели серий III и IV всегда программируются для контроля ВИБ по 1 или 2 каналам. ВИБ обычно контролируется для каждого ряда цилиндров (один канал ВИБ для рядных двигателей, два канала ВИБ для V-образных двигателей). Оператор программирует МАКСИМАЛЬНО допустимое значение ВИБ. Если значение ВИБ превысит заданный безопасный предел, панель управления автоматически переключит двигатель в 100% дизельный режим. Значение ВИБ контролируется с помощью датчиков вибрации и отображается либо в дюймах в секунду (IPS), либо в миллиметрах в секунду (MPS).

Рабочее давление газа (РДГ): Панель управления контролирует РДГ для защиты от возможных колебаний давления. Оператор программирует МИНИМАЛЬНОЕ и МАКСИМАЛЬНОЕ значения РДГ. Все версии двухтопливной системы поставляются стандартно с одним каналом контроля РДГ. РДГ контролируется на входе в газовую магистраль. Если значение РДГ выйдет за установленные пределы, панель управления автоматически переключит двигатель в 100% дизельный режим. Значение РДГ контролируется с помощью датчика давления и отображается в фунтах на квадратный дюйм (PSI) или в килопаскалях (kPa).

Давление на выходе из регулятора (ДВР): Панель управления контролирует ДВР для защиты от возможных неисправностей или неправильной настройки регулятора нулевого давления. Версии I, II, III и IV двухтопливной системы поставляются стандартно с одним каналом контроля ДВР. Панель управления версии А не имеет возможностей мониторинга ДВР. Если значение ДВР превысит +1 дюйм водяного столба (0,25кПа), панель управления автоматически переключит двигатель в 100% дизельный режим. ДВР контролируется с помощью барометрического реле, закрепленного на корпусе ДМК.

4.7 Соотношение воздух-топливо / нижний взрывоопасный предел

Работа двигателя в двухтопливном режиме не изменяет ощутимо соотношение воздух-топливо. При максимально допустимом замещении (80%), концентрация газа во всасываемом воздухе обычно меньше 3% (объемных), что значительно ниже 5% нижнего взрывоопасного предела (НВП) метана. Благодаря обедненному составу газозвдушного заряда, вероятность воспламенения во впускной трубе ничтожно мала.

4.8 Рабочий процесс

Рабочий процесс в двухтопливном режиме протекает в обычной последовательности «сжатие-воспламенение» (СВ). Газозвдушная смесь подается в камеру сгорания через впускные клапана и затем сжимается в такте сжатия. Самовоспламенение обедненной газозвдушной смеси не происходит, т.к. температура не достаточно высока. Смесь воспламеняется только в момент впрыска порции дизельного топлива. Скорость горения смеси и давление в камере сгорания сравнимы с теми же характеристиками в 100% дизельном режиме. Порция дизельного топлива служит не только источником воспламенения газозвдушной смеси, она также выделяет свою долю энергии в соответствии с заданным соотношением газ-дизельное топливо.

4.9 Регулировка скорости вращения двигателя

Регулировка оборотов двигателя остается привилегией «штатной» системы управления двигателя. По мере поступления газа в цилиндры двигателя регулятор оборотов определяет незначительное увеличение скорости вращения, т.к. в данный момент в двигатель поступает больше топлива, чем требуется при данной нагрузке. Чтобы сохранить заданную скорость вращения, регулятор оборотов быстро подстраивает положение «топливной рейки», тем самым выдерживая заданные обороты двигателя при замещении дизельного топлива натуральным газом. Никакая связь между двухтопливной системой и системой управления двигателя не требуется. Двухтопливная система совместима с электромеханическими и гидравлическими регуляторами оборотов двигателя, а также с электронными системами впрыска топлива.

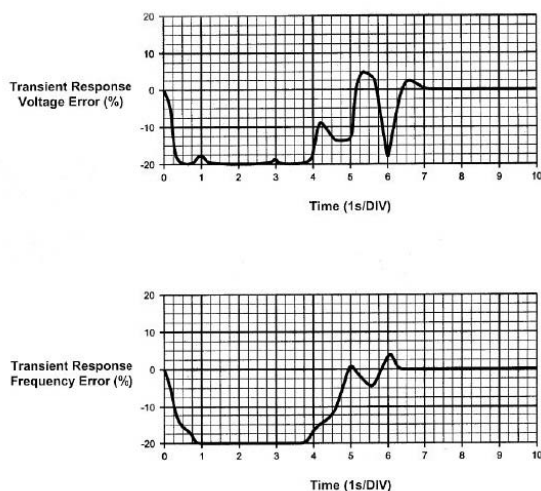
Параметры двигателя	100% дизельный режим	Двухтопливный (70% газ)
Механическая мощность	1000 л.с.	1000 л.с.
Обороты двигателя	1500	1500
Положение топливной рейки (%)	90%	27%

Характеристики двигателя: двухтопливный / 100% дизельный режим

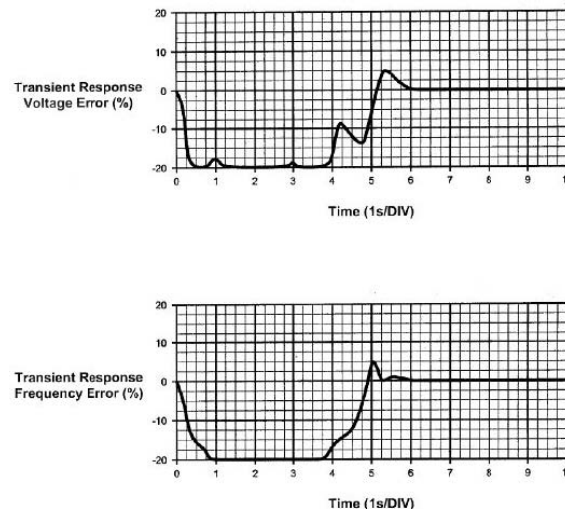
4.10 Характеристики двигателя

Как показано ниже, устойчивость двигателя и реакция на внезапный наброс нагрузки при работе в двухтопливном режиме остаются на том же уровне:

100% дизельный режим



Двухтопливный режим (70% газ)



Типичая реакция двигателя на 100% наброс нагрузки

4.11 Соотношение газ/дизельное топливо

Состав газа, нагрузка двигателя, температура воздушного заряда, условия окружающей среды (температура и высота над уровнем моря) в большинстве случаев определяют допустимое соотношение компонентов газ/дизельное топливо. Доля газа обычно ограничивается пределом детонации газозвушной смеси при данной нагрузке двигателя. В общем случае, газ высокого качества при умеренных нагрузках двигателя позволяет довести долю газа до 65-75%. Газ низкого качества, предельные нагрузки двигателя, высокая температура воздушного заряда и высота над уровнем моря (либо комбинация этих факторов) обычно приводит к ограничению доли газа до 50-65%.

4.12 Смазочное масло

Для работы в двухтопливном режиме используется смазочное масло, указанное в спецификации двигателя, если не отмечено влияние состава газа. При сгорании натурального газа образуется минимальное количество твердых частиц, поэтому смазочное масло дольше сохраняется чистым при работе в двухтопливном режиме. В связи с этим возможно увеличение интервалов замены масла и масляного фильтра, а также межремонтных интервалов. Однако окончательное решение следует принимать только после полного анализа смазочного масла и износа, а также консультации с производителем двигателя.

4.13 Потребности во времени и рабочей силе для модернизации

Затраты времени будут зависеть от сложности проекта. В общем случае, для модернизации небольших двигателей достаточно одного-двух дней, тогда как более мощным двигателям может потребоваться от двух до трех дней. В любом случае, участия одного-двух специалистов бывает достаточно.

4.14 Температурный режим работы двигателя

Количество отводимого тепла при работе в двухтопливном режиме почти то же, что и при 100% дизельном режиме. Температура отработавших газов, температура охлаждающей жидкости, температура масла и температура воздуха во впускном коллекторе остаются в пределах, предписанных производителем двигателя.

4.15 Коэффициент полезного действия

Благодаря тому, что устройства смесеобразования двухтопливной системы имеют низкое сопротивление и поддерживают рабочий процесс с избытком воздуха, производительность двигателя (удельный расход топлива), как правило, остается таким же, как при 100% дизельном режиме. Дизельное топливо, замещающее в двухтопливном режиме, потребует энергетически эквивалентного количества натурального газа, чтобы поддерживать заданную выходную мощность.

4.16 Выбросы в двухтопливном режиме

Как правило, при работе в двухтопливном режиме уменьшается выделение окиси азота, окиси серы, химически активных углеводородов, двуокиси углерода и твердых частиц. Дымность выхлопа (визуальные выбросы) также, как правило, снижается.

4.17 Гарантия на двигатель

Как правило, установка двухтопливной системы не влияет на заводскую гарантию на двигатель. Поскольку в конструкцию двигателя не вносятся никаких изменений, производители двигателей обычно придерживаются мнения, что хотя они и не будут нести ответственность за отказы, связанные с двухтопливной системой, действие гарантии полностью сохранятся и после дооборудования двигателя для работы в двухтопливном режиме.

4.18 Гарантия на двухтопливную систему

Базовые компоненты двухтопливной системы, в том числе газо-воздушные смесители, электронные контроллеры и составные части газовой магистрали, обеспечены двухгодичной гарантией. Электронные датчики, переключатели и терморпары имеют годичную гарантию. Подробности описаны в документе «Продукция компании GTI – положение о гарантии».

5.0 ГАЗ

5.1 Общие положения

Термином «природный газ» в общем случае обозначается горючая, газообразная смесь простейших углеводородных (УВ) компонентов, находящихся обычно в подземных резервуарах. Природный газ в основном состоит из метана (СН₄/С1), но содержит также незначительное количество других газов, включая этан, пропан, бутан и другие компоненты. Метан не имеет цвета и запаха при комнатной температуре и атмосферном давлении. Компании, поставляющие газ, обычно добавляют ароматизатор в натуральный газ, чтобы предупредить оператора о возможной утечке. Натуральный газ обычно перекачивается по трубопроводам, но может также перевозиться (храниться) в форме ЖПГ (сжиженный природный газ) или СПГ (сжатый природный газ).

5.2 Разновидности газа

Газ, перекачиваемый по трубопроводам, обычно более чем на 90% состоит из метана; качество и состав его меняются незначительно. Важно учитывать состав газа при работе в двухтопливном режиме,

т.к. характеристики процесса горения метана значительно отличаются от характеристик горения более тяжелых углеводородных компонентов. **В общем случае, с уменьшением содержания метана и увеличением содержания тяжелых углеводородов характеристики процесса горения топлива будут изменяться; это может потребовать снижения доли натурального газа в составе топлива.** Хотя теплотворная способность газа, перекачиваемого по трубопроводам, может до некоторой степени изменяться, в общем случае она составляет около 37,25 мегаджоулей на кубический метр (MJ/m³). Чтобы определить, меняется ли состав от сезона к сезону, нужно сравнить летний и зимний состав газа.

5.3 Газы, не отвечающие стандартам качества

Другие газы на основе метана, такие как попутный газ и биогаз, также могут использоваться двухтопливной системой. При использовании газов, не отвечающих стандартам качества, необходимо учитывать следующие факторы:

- Содержание метана
- Содержание тяжелых углеводородов
- Теплотворную способность
- Содержание инертных газов
- Содержание влаги
- Содержание едких компонентов
- Содержание твердых частиц

По причинам, описанным выше, важно определить базовый состав топливного газа и возможные изменения состава, прежде чем устанавливать двухтопливную систему. Попутный газ часто содержит значительную часть тяжелых углеводородов, а в некоторых случаях содержание метана может быть менее 50%. Монтажник должен настороженно относиться к так называемому «горячему газу», который вследствие высокой концентрации тяжелых углеводородов может иметь теплотворную способность свыше 44 мегаджоулей на кубический метр. **Прим: если концентрация тяжелых углеводородов превышает 20% либо возможны периодические «выбросы» тяжелых углеводородов, превышающие 20%, возможно, потребуется уменьшить долю газа в составе топлива и (или) уменьшить нагрузку двигателя при работе в двухтопливном режиме.**

5.4 Фильтрация

Для любого газа, не соответствующего стандартам качества (а также некоторых газов низкого качества, перекачиваемых по трубопроводам), важно определить, установлены ли в трубопроводе достаточные средства фильтрации, обеспечивающие уровень содержания твердых частиц и жидкостей, примерно соответствующий требованиям стандартов качества. При использовании любых газов, не отвечающих стандартам качества, компания GTI рекомендует, как минимум, использовать высококачественный коалесцирующий фильтр. Важно также определить, имеются ли в топливе - и если да, то какие, - едкие компоненты, способные вызвать повреждения двигателя и (или) компонентов двухтопливной системы. Чтобы защитить двигатель от повреждения, может потребоваться дополнительная фильтрация или обработка. Топливо на основе биогаза, получаемое из мусорных свалок, утилизационных установок и т.д., нередко характеризуется высоким содержанием едких компонентов, например серы, которая, соединяясь с небольшим количеством воды, может образовывать вредную серную кислоту. Такие вредные примеси можно отфильтровывать, так что если в топливе присутствуют едкие компоненты, следует прибегать к фильтрации. **Прим: Потребитель обязан убедиться, что газ, подаваемый в двигатель, соответствует стандартам качества и достаточно обработан, чтобы предотвратить повреждения двигателя.**

5.5 Давление и расход газа

Для целей расчета трубопроводов и (или) выбора измерительных приборов, можно пользоваться следующими общими рекомендациями:

Расход: Оценивая расход газа, потребляемого электрогенераторной установкой, можно воспользоваться величиной 0,23 кубических метра на киловатт электроэнергии (м³/кВт). Например, генератору мощностью 1500 кВт потребуется максимально 345 кубических метров газа в час (0,23 x 1500). **Прим: чтобы перейти от кВА к кВт, умножьте значение в кВА на 0,8.**

Для насосов и компрессоров (или других систем с прямым приводом), воспользуйтесь величиной 0,18 метров кубических на одну лошадиную силу. Например, приводной двигатель компрессора мощностью 600 л.с. потребует 108 кубометров газа в час (600 x 0,18).

Приведенные рекомендации составлены с учетом максимально допустимого соотношения газ/дизельное топливо. Реальный расход газа может быть значительно ниже приведенных значений в зависимости от максимально возможного соотношения газ/дизельное топливо для данного проекта.

Расчет сделан для природного газа, соответствующего стандартам качества, имеющего типичные значения теплотворной способности. Для оценки расхода газа, не отвечающего стандартам качества, обращайтесь в компанию GTI.

Давление: Газовая магистраль GTI рассчитана на регламентированную подачу газа низкого давления в диапазоне 7-35кПа. Для оптимальной работы, компания GTI рекомендует поддерживать рабочее давление газа на уровне 21кПа +/-7кПа; максимальные отклонения давления от установленного значения не должны превышать +/- 2кПа на всех режимах эксплуатации. **Прим: Кратковременные отклонения или колебания рабочего давления газа могут служить признаком неправильной работы или неверно подобранного регулятора давления. Кратковременные колебания рабочего давления газа могут быть причиной нестабильной работы двигателя в двухтопливном режиме.**

6.0 МОНТАЖ

6.1 Монтаж газоздушного смесителя

ОПАСНО! Несоблюдение требований настоящей инструкции может привести к возгоранию, взрыву, неправильной работе двигателя, ведущей к повреждению оборудования, травмам или смерти. Никто не должен пытаться монтировать газоздушный смеситель, не пройдя соответствующей подготовки.

ОПАСНО! Для монтажа газоздушного смесителя, возможно, придется демонтировать элементы впускного трубопровода, по которым воздух подается к турбокомпрессору. Работа двигателя с незащищенным турбокомпрессором представляет серьезную опасность для находящегося рядом персонала. Все время, пока турбокомпрессор не защищен, двигатель должен находиться в режиме «Ручной останов».

ВНИМАНИЕ! Не допускается никакая модификация газоздушного смесителя. Несанкционированная модификация газоздушного смесителя может привести к неправильной работе двигателя и (или) его повреждению.

ВНИМАНИЕ! Перед установкой газозвоздушного смесителя следует выполнить регламентную проверку системы впуска воздуха, включая систему охлаждения воздушного заряда, с целью выявления возможных утечек. ПРИМ: ЛЮБАЯ ТЕЧЬ В СИСТЕМЕ ВПУСКА ВОЗДУХА ПРИВОДИТ К УТЕЧКЕ ВЗРЫВООПАСНОЙ ГАЗОВОЗДУШНОЙ СМЕСИ.

Газозвоздушный смеситель (ГВС) установлен в системе впуска воздуха двигателя между корпусом воздушного фильтра и входом турбокомпрессора. ГВС обычно устанавливается с использованием либо «штатных» рукавов впускной системы, либо поставляемых комплектно с двухтопливной системой или приобретаемых дополнительно.

ГВС – устройство пространственно ориентированное и не будет выполнять свои функции в случае неправильной установки. Устанавливайте ГВС острием конуса диффузора в направлении воздушного фильтра и выпускными отверстиями в сторону турбоагнетателя. **Прим: На корпусе ГВС нанесена маркировка, указывающая направление воздушного потока.**

Для двигателей с двумя или более системами впуска воздуха, в общем случае на каждый отдельный воздушный фильтр необходимо устанавливать один ГВС. При правильном размещении заказа двухтопливная система поставляется с нужным количеством газозвоздушных смесителей в соответствии с типом двигателя. Если нет твердой уверенности в каждом отдельном случае, обратитесь к поставщику или в компанию GTI за технической поддержкой.



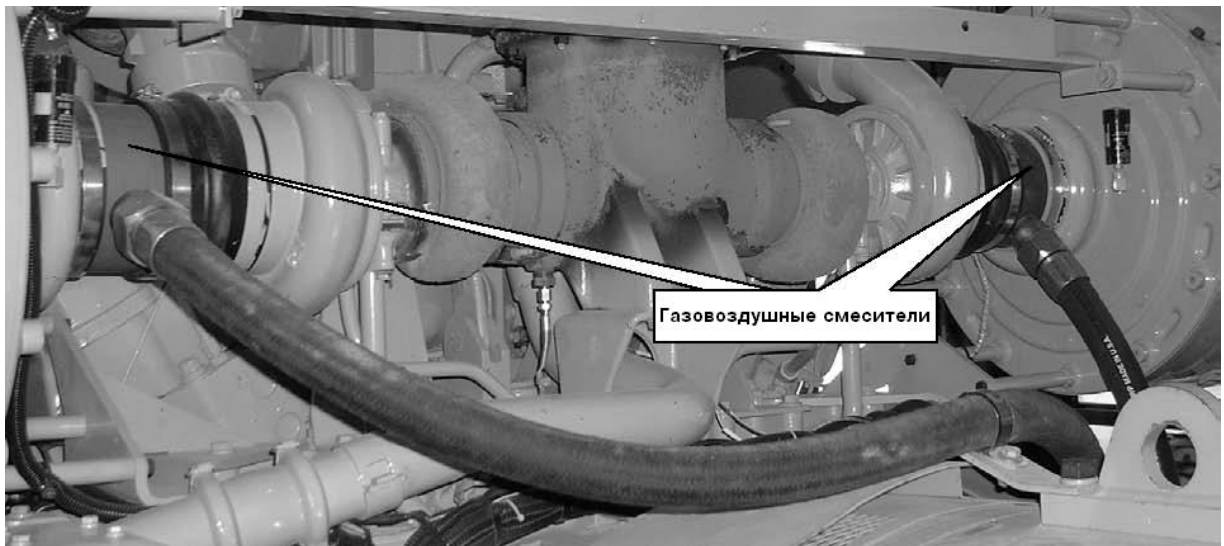
Газозвоздушный смеситель

ГВС может быть установлен под любым углом исходя из геометрии оригинальной системы впуска воздуха. **Прим: Установка ГВС не должна вносить значительных изменений в конструкцию или геометрию оригинальной системы впуска воздуха двигателя. Убедитесь, что ГВС не имеет контакта с металлическими поверхностями, т.к. вибрация двигателя может вызвать потерю и возможные повреждения ГВС.**

До установки ГВС определите подходящее место размещения газовой магистрали и регулятора расхода газа, чтобы определить любые возможные конфликтные ситуации при монтаже гибких трубопроводов. Возможно, потребуется переместить корпус воздушного фильтра, чтобы обеспечить достаточно места для ГВС. Перед разборкой впускного трубопровода проведите аккуратные измерения для определения окончательного местоположения ГВС и (или) корпуса воздушного фильтра.

Устанавливайте ГВС, используя правильно подобранные рукава и болтовые зажимы. Перед окончательной затяжкой зажимов поверните ГВС так, чтобы резьбовой впускной патрубок был ориентирован в направлении места установки газовой магистрали. Затяните зажимы рукавов.

Убедитесь, что рукава плотно облегают смеситель. **Прим: ГВС устанавливается за воздушными фильтрами двигателя. Неплотности приведут к попаданию в двигатель неотфильтрованного воздуха, что может вызвать преждевременный износ или повреждение двигателя.**



Типичная установка газовоздушных смесителей

Все модели ГВС имеют одинаковый входной резьбовой патрубок с наружной резьбой диаметром 1,5 дюйма. Гибкие топливные шланги связывают ГВС с регулятором расхода газа. При монтаже шлангов на обоих концах необходимо использовать фиттинги с накидной гайкой с внутренней резьбой диаметром 1,5 дюйма. По отдельному заказу могут поставляться многоразовые фиттинги и шланги; обращайтесь к Вашему поставщику. **Прим:** При навинчивании накидной гайки на резьбовой патрубок ГВС необходимо соблюдать осторожность, чтобы не повредить резьбу. Не допускается трение топливных шлангов о поверхности двигателя или крепежных элементов; также необходимо защитить их от прямого воздействия источников тепла, таких как выпускной коллектор, используя экранирование или защитную теплоизоляцию.

6.2 Сборка и монтаж газовой магистрали.

ОПАСНО! НЕСОБЛЮЖДЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ НАСТОЯЩЕЙ ИНСТРУКЦИИ МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К НЕПРАВИЛЬНОЙ РАБОТЕ ДВИГАТЕЛЯ, ЕГО ПОВРЕЖДЕНИЮ, ВОЗГОРАНИЮ ИЛИ СМЕРТИ. НИКТО НЕ ДОЛЖЕН ПЫТАТЬСЯ МОНТИРОВАТЬ ГАЗОВОЗДУШНУЮ МАГИСТРАЛЬ, НЕ ПРОЙДЯ СООТВЕТСТВУЮЩЕЙ ПОДГОТОВКИ. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕСТАНДАРТНЫХ ИЛИ МОДИФИЦИРОВАННЫХ КОМПОНЕНТОВ ГАЗОВОЙ МАГИСТРАЛИ МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К НЕПРАВИЛЬНОЙ РАБОТЕ ДВУХТОПЛИВНОЙ СИСТЕМЫ И (ИЛИ) ТРАВМАМ ИЛИ СМЕРТИ ОПЕРАТОРОВ И НАХОДЯЩЕГОСЯ РЯДОМ ПЕРСОНАЛА.

ОПАСНО! НОМИНАЛЬНОЕ РАБОЧЕЕ ДАВЛЕНИЕ ГАЗА – 21кПа +/-7кПа. ВЕЛИЧИНА ДАВЛЕНИЯ НА ВХОДЕ В ГАЗОВУЮ МАГИСТРАЛЬ НЕ ДОЛЖНА ПРЕВЫШАТЬ 35кПа.

Внимание: Регулятор расхода газа не предназначен для использования его в качестве клапана, перекрывающего подачу газа. Поступление газа через регулятор расхода возможно даже в том случае, если регулировочные винты установлены в крайнее нижнее положение.

Прим: Подробное описание и номера отдельных компонентов, входящих в состав газовых магистралей различных серий, приведены в приложении В (Руководство по сборке газовой магистрали).

Сборка резьбовых газовых магистралей – серии А и серии I

Газовые магистрали серии А и серии I поставляются с резьбовыми соединительными патрубками. Для сборки следует использовать подходящую герметизирующую мастику или тефлоновую ленту. Будьте осторожны, чтобы не допустить попадания герметизирующей мастики внутрь газовой магистрали. Будьте внимательны, не прилагайте излишних усилий, так как тефлоновая лента или герметик уменьшают трение. Требуется осторожность, чтобы не допустить перекоса резьбы при сборке, т.к. это может вызвать повреждение компонентов газовой магистрали.

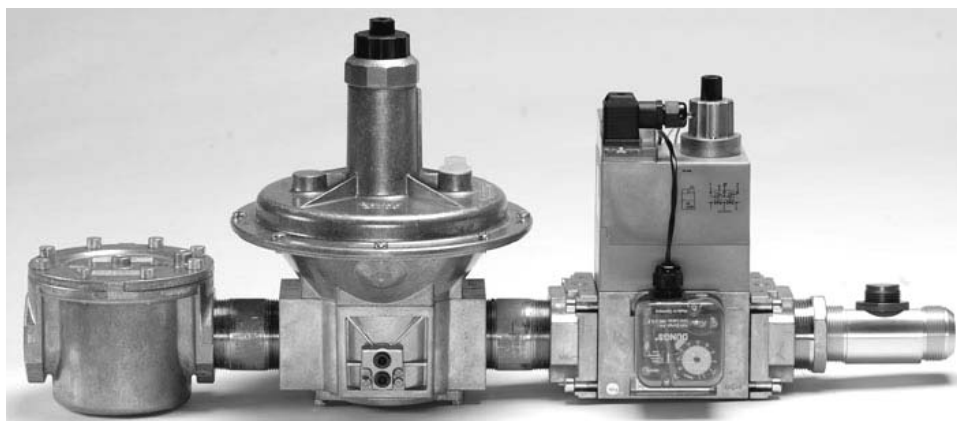
В процессе сборки резьбовых компонентов не прилагайте значительных усилий к инструменту, чтобы избежать возможной поломки или повреждения резьбы. Не следует излишне затягивать соединение РРГ и муфты или переходной втулки. В большинстве случаев бывает достаточно затянуть РРГ от руки.

Сборка газовой магистрали серии А: Собирайте газовую магистраль серии А, используя резьбовые патрубки 1" NPT диаметром 1 дюйм, поставляемые комплектно. РРГ (GTI р/н GPV1015AAT), поставляемый с газовой магистралью серии А, имеет наружную резьбу 1.5" NPT диаметром 1,5 дюйма; РРГ соединяется с газовым электромагнитным клапаном через переходник 1" NPT x 1.5" NPT диаметром 1 x 1,5 дюйма, поставляемый комплектно. **Прим: рекомендуемый максимальный момент затяжки компонентов газовой магистрали серии А составляет 8,6 кгм.** Собранная газовая магистраль серии А показана на фото. **Дополнительная информация приведена в Приложении В.**



Сборка газовой магистрали серии А

Сборка газовой магистрали серии I: Собирайте газовую магистраль серии I, используя резьбовые патрубки с резьбой 2" NPT диаметром 2 дюйма, поставляемые комплектно. РРГ (GTI р/н GPV1015AAT), поставляемый с газовой магистралью серии I, имеет наружную резьбу 1.5" NPT диаметром 1,5 дюйма; РРГ соединяется с выходом ДМК через переходник 2" NPT x 1.5" NPT диаметром 2 x 1,5 дюйма, поставляемый комплектно. **Прим: рекомендуемый максимальный момент затяжки компонентов газовой магистрали серии I составляет 13,7 кгм.** Собранная газовая магистраль серии I показана на фото. **Дополнительная информация приведена в Приложении В.**



Сборка газовой магистрали серии I

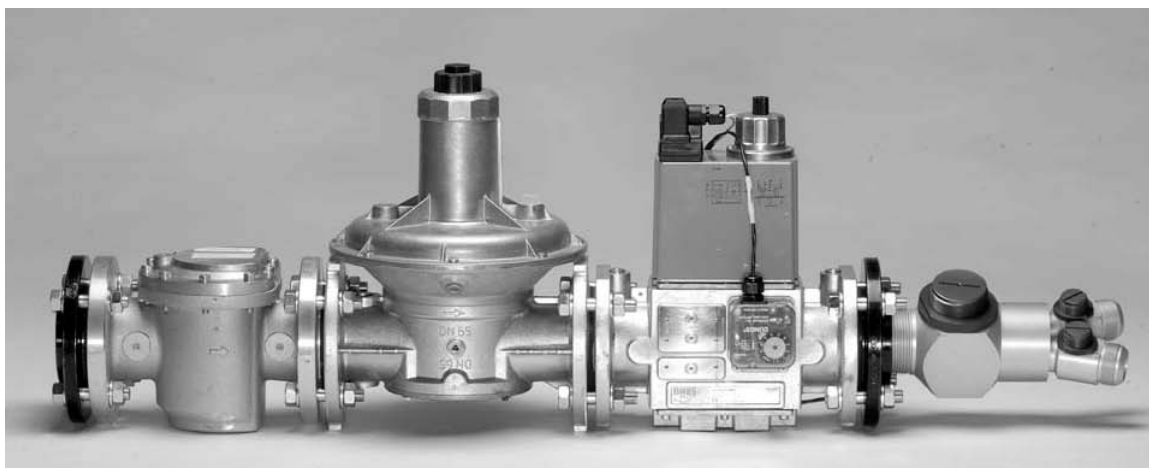
Сборка фланцевых газовых магистралей – серий II, III и IV

Двухтопливные системы серий II, III и IV поставляются с фланцевыми компонентами газовой магистрали. Компоненты газовой магистрали серий II и III имеют фланцы DN65 (65мм), с 4 отверстиями под болты крепления. Компоненты газовой магистрали серии IV имеют фланец DN80 (80мм), с 8 отверстиями под болты крепления.

Газовые магистрали серий II и III поставляются либо с одинарным РРГ (GTI р/n GPV1015AAT), либо со сдвоенным РРГ (GTI р/n GPV2025AAT). Газовые магистрали серий II и III поставляются с двумя фланцевыми адаптерами DN65 x 2.5" NPT с внутренней резьбой (GTI р/n G11007); один из них используется для сопряжения РРГ и выхода ДМК. Другой фланцевый адаптер может быть использован на входе в газовую магистраль, чтобы обеспечить резьбовое соединение с трубопроводом. В комплект поставки газовых магистралей серий II и III, поставляемых с одинарным РРГ, включен также переходник 2.5" NPT x 1.5" NPT для сопряжения РРГ с фланцевым адаптером.

Газовые магистрали серии IV поставляются либо со сдвоенным РРГ, с наружной резьбой 3.0" NPT диаметром 3 дюйма (GTI р/n GPV2030AAT), либо с одинарным РРГ, с наружной резьбой 3.0" NPT диаметром 3 дюйма (GTI р/n GPV1030AAT). Газовые магистрали серии IV поставляются с двумя фланцевыми адаптерами DN80 x 3.0" NPT с внутренней резьбой (GTI р/n G11008); один из них используется для сопряжения РРГ и выхода ДМК. Другой фланцевый адаптер может быть использован на входе в газовую магистраль, чтобы обеспечить резьбовое соединение с трубопроводом.

В комплект поставки фланцевых газовых магистралей входят все необходимые крепежные детали и уплотнители. При сборке следует затягивать диаметрально противоположные болты, чтобы обеспечить равномерную затяжку по диаметру фланца; избегайте чрезмерных усилий. **Прим: рекомендуемый максимальный момент затяжки болтов составляет 5,1 кгм.** Собранная газовая магистраль серии III (типичная для серий II, III и IV) показана на фото. **Дополнительная информация приведена в Приложении В.**



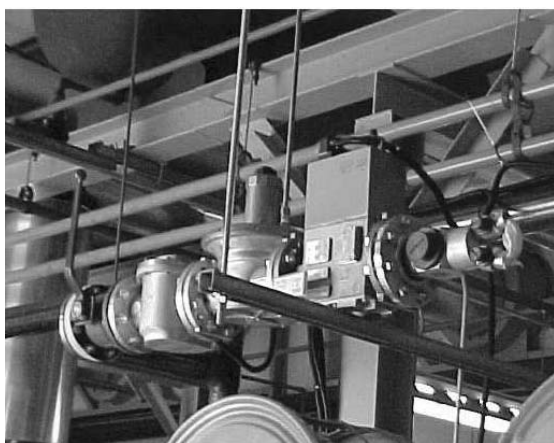
Типичная сборка фланцевой газовой магистрали

Монтаж газовой магистрали

Газовая магистраль может монтироваться либо на раме двигателя / генераторной установки, либо вне ее. При выборе места размещения газовой магистрали оцените удобство обслуживания, необходимую длину гибких шлангов (до газоздушных смесителей), защиту от вибрации, близость источников тепла и подключение к трубопроводу. Кроме того, установка газовой магистрали не должна затруднять повседневный уход за двигателем или генератором. Газовую магистраль следует монтировать в соответствии с принятыми промышленными стандартами,

используя подходящие крепежные материалы и детали. При монтаже над двигателем (подвешенной к потолку), обеспечьте крепление газовой магистрали с использованием крепежных элементов в конфигурации «трапеция». Газовая магистраль должна крепиться как минимум в двух местах, желательнее распределить вес конструкции равномерно между точками опоры. **Прим: Не допускается монтаж газовой магистрали на косых кронштейнах. Температурный диапазон для всех газовых магистралей - от -40 С до +60 С. За дополнительной информацией обращайтесь к приложению В, озаглавленному «Руководство по сборке газовой магистрали», а также к документации компаний-производителей, размещенной среди инструкций GTI, раздел «Газовая магистраль».**

По завершении монтажных работ необходимо проверить газовую магистраль в сборе на отсутствие утечки газа, используя стандартный жидкий течеискатель; ВСЕ ТЕЧИ ДОЛЖНЫ БЫТЬ УСТРАНЕНЫ ДО НАЧАЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ ДВИГАТЕЛЯ В ДВУХТОПЛИВНОМ РЕЖИМЕ.



*Типичный монтаж газовой магистрали
Метод «трапеции» (слева), и метод «основания» (справа)*

6.3 Размещение панели управления

ОПАСНО! ПРИ МОНТАЖЕ ПАНЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ДВУХТОПЛИВНОЙ СИСТЕМОЙ И ПРОКЛАДКЕ КАБЕЛЕЙ МОЖЕТ ПОТРЕБОВАТЬСЯ ПОДКЛЮЧЕНИЕ К ПАНЕЛИ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ / ГЕНЕРАТОРОМ. СЛЕДУЕТ СОБЛЮДАТЬ ОСТОРОЖНОСТЬ, ИЗБЕГАЯ ФИЗИЧЕСКОГО КОНТАКТА СО СМЕРТЕЛЬНО ОПАСНЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ, РАСПОЛОЖЕННЫМИ ВНУТРИ ПАНЕЛЕЙ УПРАВЛЕНИЯ ДВИГАТЕЛЕМ / ГЕНЕРАТОРОМ.

Прим: Детальные описания панелей управления и контроллеров серии DE и DSM приведены в документах GTI-A OM, GTI-L OM и GTI-V OM (в составе общей инструкции GTI); чертежи, поставляемые с панелью управления, также могут оказаться полезны.

Приборы управления панелей серии GPN2000 размещены в погодозащитном кожухе, соответствующем стандарту NEMA 3. Кожух оборудован фронтальной дверцей с окном для безопасного обзора, внутренняя панель находится в задней части, нанесено порошковое покрытие ASA 61 серого цвета. Подвижная вставка используется для размещения инструментов и приборов.

Приборы управления панелей серии GPN1000 размещены в стекловолоконном погодозащитном кожухе, соответствующем стандарту NEMA 3. Контроллер DE размещен на фронтальной дверце, дополнительные компоненты - на внутренней панели.

Приборы управления панелей серии GPN0500 размещены в стекловолоконном погодозащитном кожухе, соответствующем стандарту NEMA 3. На фронтальной дверце размещены светодиоды, блок питания и монтажный блок - на внутренней панели.

Допускается устанавливать панель управления либо непосредственно на раму двигателя / генератора, либо на смежную стену. В некоторых случаях панель управления может подвешиваться к потолку с использованием специальных крепежных элементов. Место размещения панели должно обеспечивать свободный доступ к клавиатуре контроллера DE и возможность ручного управления, а также хороший обзор жидкокристаллического дисплея и индикаторных светодиодов. Также следует учесть расстояние до каждого датчика двигателя / газовой магистрали и требования по прокладке кабелей. Не следует монтировать панель управления в непосредственной близости от горячих поверхностей, таких как выхлопная система двигателя или глушитель. Если панель управления монтируется непосредственно на раме двигателя / генератора, следует использовать виброизоляторы для защиты панели управления от чрезмерной вибрации.

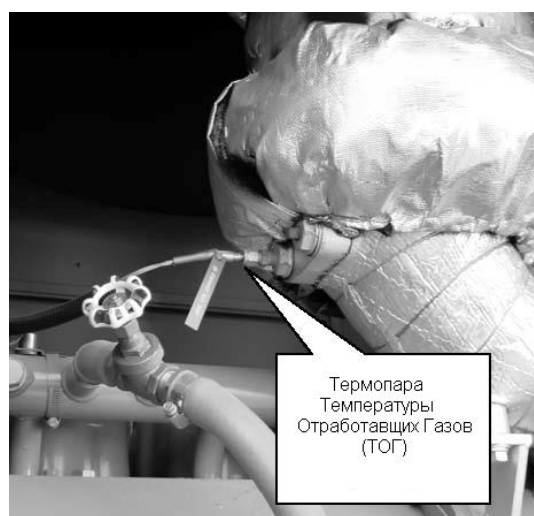
Напряжение питания панели GPN0500-12 – 12 вольт постоянного тока (номинальный ток 5 А). Для питания панелей GPN1000 и GPN2000 требуется 24 вольта постоянного тока (номинальный ток 5 А). Обе панели также выдают постоянное напряжение для питания соленоида газовой магистрали при работе в двухтопливном режиме. В большинстве случаев панель управления постоянно подключена к источнику напряжения. Это сделано для того, чтобы не потерять диагностические сообщения об ошибках в случае аварийного отключения генератора. Чтобы исключить возможность активации соленоидного клапана при неработающем двигателе, используются защитные контакты для индикации состояния «двигатель работает» или «сетевой размыкатель замкнут». При этом панель управления не может активировать двухтопливный режим до замыкания этих контактов.

6.4 Монтаж датчиков

Последовательность монтажа датчиков описана в нижеследующих параграфах. **Прим:** **Детальные описания датчиков приведены в Приложении С к данному руководству.**

Термопара Температуры Отработавших Газов (ТОГ) (p/n TCK0420-SS или TCK0430-SS)

Термопара ТОГ устанавливается в выхлопной системе двигателя. Термопару следует располагать в таком месте, где она подвергается воздействию отработавших газов одного из рядов цилиндров. Типичными местами установки могут быть выпускной трубопровод, выходное отверстие турбонагнетателя или выпускной коллектор. В любом случае термопару ТОГ следует устанавливать как можно ближе к цилиндрам и никогда после глушителя. В зависимости от модели двухтопливной системы можно использовать до четырех термопар ТОГ. Каждая термопара ТОГ поставляется вместе с адаптером, имеющим сквозное отверстие и наружную резьбу диаметром 1/8 дюйма.

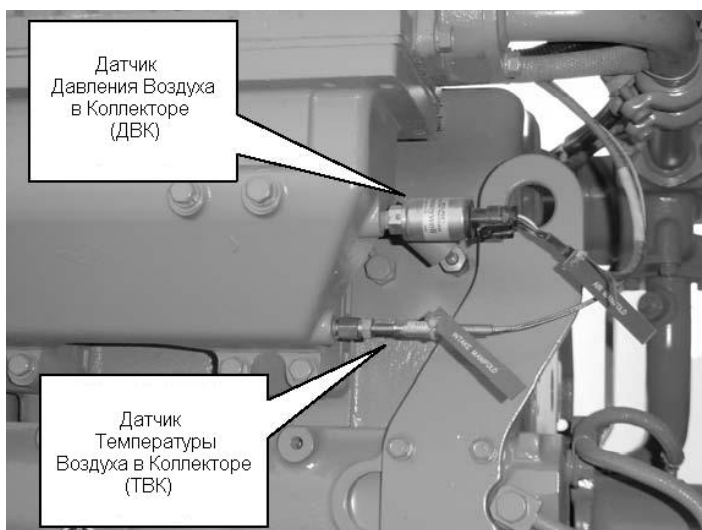


Термопара Температуры Воздуха в Коллекторе (ТВК) (р/п ТСК0420-SS или ТСК0430-SS)

Термопара ТВК устанавливается во впускной системе двигателя. Термопару следует располагать ПОСЛЕ турбокомпрессора, так чтобы с ее помощью можно было измерить температуру воздушного заряда. Для двигателей с системой охлаждения воздушного заряда термопару следует устанавливать ПОСЛЕ промежуточного охладителя, чтобы измерять температуру воздуха, поступающего в цилиндры. В зависимости от модели двухтопливной системы и конфигурации двигателя могут быть установлены до четырех термопар ТВК. Каждая термопара ТВК поставляется вместе с адаптером, имеющим сквозное отверстие и патрубок с наружной резьбой диаметром 1/8 дюйма.

Датчик Давления Воздуха в Коллекторе (ДВК) (р/п 691202-50)

Датчик ДВК монтируется после турбокомпрессора (в области повышенного давления), чтобы измерять давление воздуха в коллекторе (турбонаддув). В зависимости от модели двухтопливной системы и конфигурации двигателя могут быть установлены от одного до четырех датчиков ДВК. Для двигателей с системой охлаждения воздушного заряда датчик ДВК следует устанавливать ПОСЛЕ контура охлаждения, чтобы понизить рабочую температуру датчика. При рабочих температурах, превышающих 93 С, потребуется дистанционный монтаж датчика ДВК. **Прим: Следует быть внимательным, чтобы не спутать датчики ДВК и РВТ, т.к. эти датчики внешне идентичны, за исключением шифров компонентов.**



Датчик Разрежения во Впускной Трубе (РВТ) (р/п 691206-50)

Датчик РВТ монтируется в системе впуска воздуха двигателя. Датчик РВТ следует устанавливать ПОСЛЕ воздушного фильтра и ДО турбокомпрессора, таким образом, чтобы он мог измерять разрежение во впускной трубе двигателя. Типичное место размещения датчика – корпус воздушного фильтра либо воздуховод между корпусом воздушного фильтра и турбокомпрессором. В зависимости от модели двухтопливной системы и конфигурации двигателя могут быть установлены один или два датчика РВТ. Каждый датчик РВТ поставляется вместе с адаптером, имеющим наружную резьбу диаметром 1/8 дюйма. **Прим: Следует быть внимательным, чтобы не спутать датчики ДВК и РВТ, т.к. эти датчики внешне идентичны, за исключением шифров компонентов.**



Датчик Вибрации (ВИБ) (p/n 691205)

Датчик ВИБ монтируется на головке блока цилиндров с помощью теплового радиатора-адаптера. Тепловой радиатор поставляется вместе с резьбовой шпилькой диаметром 3/8 дюйма для закрепления на двигателе. Подключение жгута (2 провода) ВИБ к контактам в верхней части датчика ВИБ (для доступа к блоку контактов верхнюю часть датчика ВИБ необходимо демонтировать) с использованием кабельного термоуплотнения показано на рисунке справа.



По возможности, датчик ВИБ следует монтировать вертикально (в той же плоскости, что и цилиндры двигателя). При использовании только одного датчика ВИБ монтируйте его на любом краю двигателя. При использовании двух датчиков ВИБ, монструйте датчики на противоположных краях двигателя (по диагонали). **Прим: Датчики вибрации включены в состав комплектов Серии III и Серии IV. Они также рекомендованы, но поставляются только по отдельному заказу для комплектов Серии А, Серии I и Серии II.**

Датчик Рабочего Давления Газа (РДГ) (p/n 691201-15)

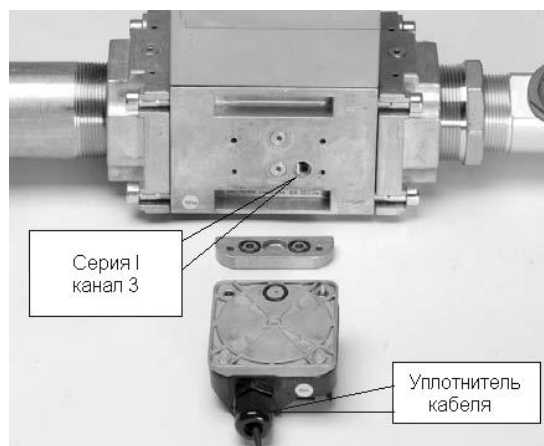
Для комплектов Серии II, III и IV датчик РДГ устанавливается в одно из двух резьбовых отверстий в корпусе газового фильтра (см. фото). Прим: Падение давления на фильтре можно определить путем сравнения значений РДГ (по показаниям двухтопливной панели управления) с давлением газа до фильтра (измеренным с помощью механического манометра). Прим: адаптер (p/n 610879) и прокладка (p/n 610880) для установки датчика РДГ поставляются с комплектом принадлежностей для панели управления. Для комплектов Серии А и I установите датчик РДГ до входа в газовую магистраль, используя переходную втулку с внутренней резьбой диаметром 1/8 дюйма (приобретаемую на месте).



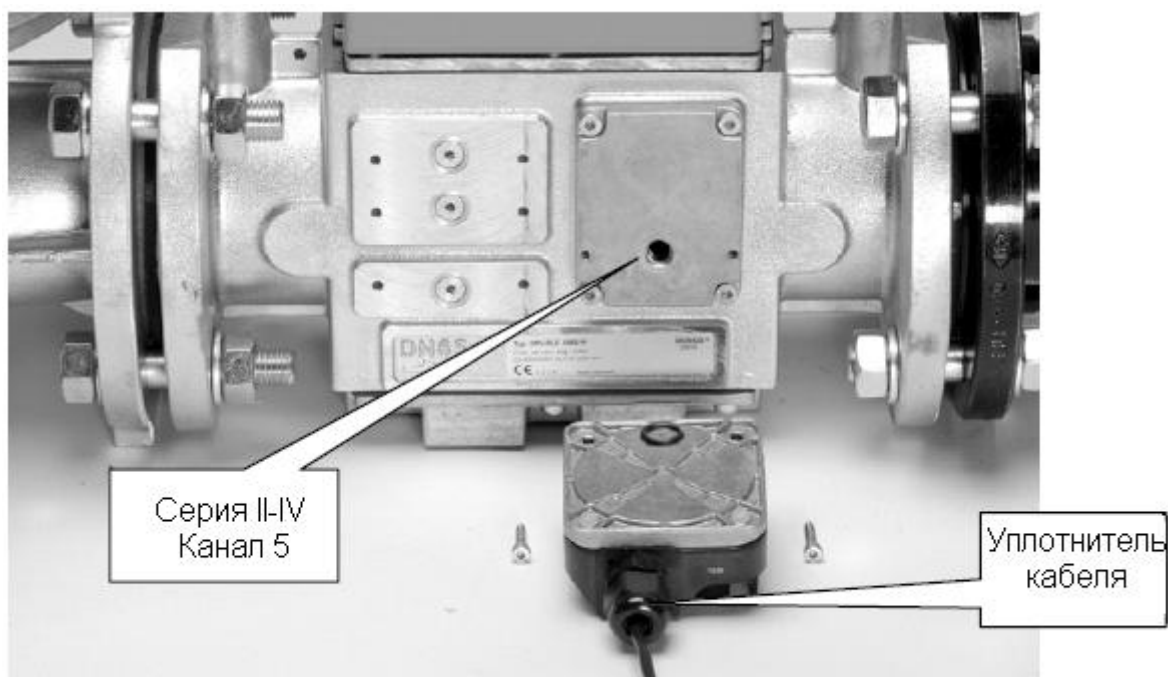
Барометрическое реле Давления на Выходе Регулятора (ДВР)

Барометрическое реле ДВР монтируется на газовой магистрали ПОСЛЕ регулятора нулевого давления, в позиции, где оно воспринимает давление газа, подаваемого в двигатель. Барометрическое реле ДВР поставляется вместе с резиновым кольцевым уплотнителем и может устанавливаться ТОЛЬКО в одном положении на корпусе ДМК. На реле ДВР следует устанавливать уплотнитель кабеля (p/n 610756 – поставляется с комплектом принадлежностей панели управления), чтобы обеспечить равномерное натяжение.

На газовой магистрали серии I барометрическое реле ДВР устанавливается против канала 3 с использованием адаптера, как показано на рисунке справа.



На газовой магистрали серии II-IV барометрическое реле ДВР устанавливается против канала 5, как показано ниже:

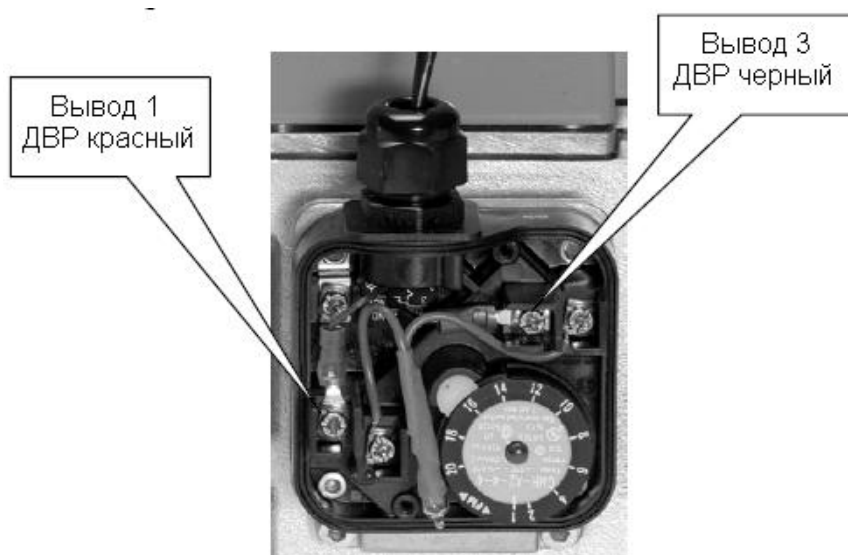


6.5 Кабельная разводка

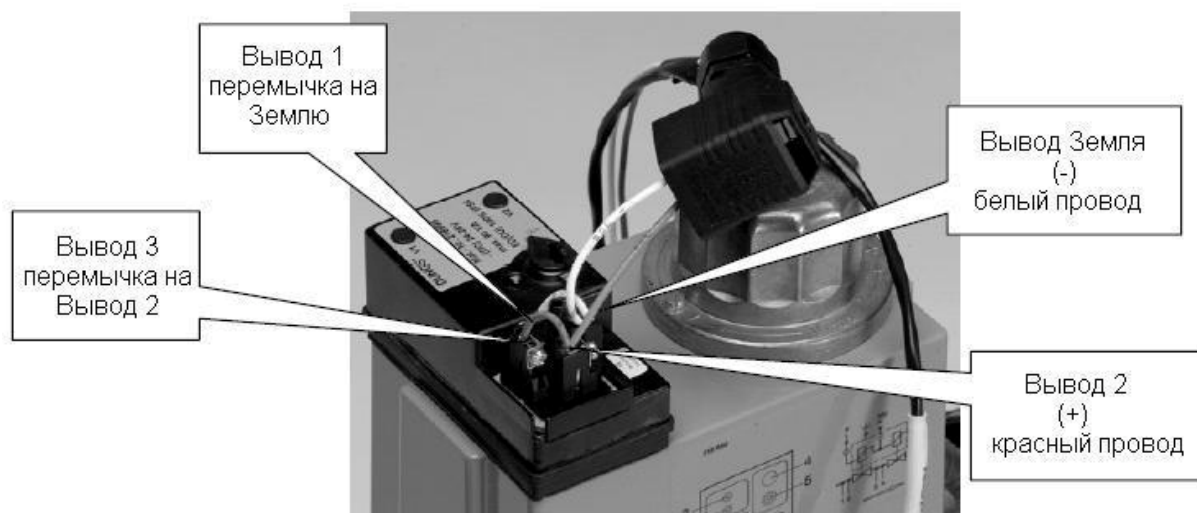
Жгуты проводов от панели управления к левому или правому ряду цилиндров, топливной магистрали, источнику питания поставляются в комплекте. **Прим:** Детальные описания приведены в документах GTI-A OM, GTI-L OM и GTI-V OM (в составе общей инструкции GTI); чертежи, поставляемые с панелью управления, также могут оказаться полезны.

Жгуты проводов следует монтировать в подходящее входное отверстие панели управления (как указано на схеме соединений в инструкции по эксплуатации) и подключать к соответствующему разъему. Жгуты должны быть аккуратно проложены к местам размещения датчиков и источника питания, соблюдая осторожность, избегая прокладки вблизи горячих поверхностей или мест повышенной вибрации, где жгуты могут быть повреждены.

Подробности подключения топливного жгута проводов к барометрическому реле ДВР (если используется) показаны на рисунке внизу.



Подробности подключения соленоида ДМК показаны ниже:



На разъем соленоида ДМК следует устанавливать уплотнитель кабеля (р/н 610756 – поставляется с комплектом принадлежностей панели управления), чтобы обеспечить равномерное натяжение.

7.0 НАСТРОЙКА И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ДВИГАТЕЛЯ

ОПАСНО! НЕСОБЛЮДЕНИЕ ТРЕБОВАНИЙ НАСТОЯЩЕЙ ИНСТРУКЦИИ МОЖЕТ ВЫЗВАТЬ НЕПРАВИЛЬНУЮ РАБОТУ ИЛИ ПОВРЕЖДЕНИЕ ДВИГАТЕЛЯ. НАСТРОЙКУ ДВИГАТЕЛЯ В ДВУХТОПЛИВНОМ РЕЖИМЕ МОЖЕТ ВЫПОЛНЯТЬ ТОЛЬКО КВАЛИФИЦИРОВАННЫЙ ПЕРСОНАЛ.

7.1 Общие положения

Состояние двигателя

Прежде чем настраивать двигатель для работы в двухтопливном режиме, необходимо тщательно проверить работу двигателя на 100% дизельном топливе. Проверка должна включать все основные системы двигателя (охлаждения, смазки, топливную, системы впуска воздуха и охлаждения воздуха наддува, безопасности и т. д.) с целью удостовериться в исправном состоянии и правильном функционировании. Рекомендуется также выполнить тест под нагрузкой, чтобы убедиться, что двигатель работает в соответствии со спецификацией. Необходимо устранить все возможные отклонения параметров и завершить техническое обслуживание, прежде чем эксплуатировать двигатель в двухтопливном режиме.

Расчетное соотношение газ/дизельное топливо

Поскольку большинство двигателей не оборудовано измерителями расхода для замера реального потребления дизельного топлива, компания GTI разработала надежный метод определения соотношения газ/дизельное топливо, основанный на информации от системы управления двигателем. Все двигатели, работающие с постоянной скоростью, используют некую систему управления, которая изменяет подачу топлива в ответ на изменение нагрузки, чтобы поддерживать заданную скорость вращения. Чаще других используются методы управления положением топливной рейки, давлением топлива в магистрали или электронное управление впрыском. Независимо от типа системы управления, теория управления одна и та же: расход дизельного топлива изменяется *линейно* от 0% (двигатель остановлен) до 100% (при полной нагрузке).

Для заданных условий нагрузки регулятор будет подстраивать подачу топлива от 0% до 100%, чтобы поддерживать обороты двигателя; эту величину можно в общем случае определить как «положение топливной рейки» или «положение топлива». При прочих равных условиях, *определенной нагрузке будет соответствовать вполне определенное положение топливной рейки, и, следовательно, вполне определенный расход топлива.*

В процессе работы двигателя в двухтопливном режиме на данную нагрузку, его регулятор будет корректировать перемещение топливной рейки в зависимости от количества газа, поступающего в двигатель, чтобы поддерживать заданную скорость вращения. Поскольку это скорректированное положение топливной рейки может соответствовать вполне определенной нагрузке двигателя (и наоборот), расход дизельного топлива, а, следовательно, соотношение газ/дизельное топливо, можно вычислить с большой точностью. На практике рассчитывается «опорная нагрузка», при которой расход дизельного топлива и положение топливной рейки равны доле дизельного топлива в заданном соотношении газ/дизельное топливо. Например, если для двигателя с выходной мощностью 1200 кВт требуется смесь с содержанием газа 60%, опорная нагрузка составит 480 кВт ($1200 \times 0,40 = 480$). Подключается нагрузка в 480 кВт и замеряется положение топливной рейки. Затем двигатель нагружают до 1200 кВт и регулируют подачу газа таким образом, чтобы положение топливной рейки (т.е. расход дизельного топлива) соответствовало уровню нагрузки в 480 кВт.

Таким образом, двигатель будет поддерживать нагрузку в 1200 кВт, расходуя такое количество дизельного топлива, которое достаточно для производства только 480 кВт; недостающая энергия выделяется при сгорании газа, т.е. двигатель будет работать на топливной смеси с содержанием приблизительно 60% газа и 40% дизельного топлива.

Измерение выходной мощности двигателя

Если двигатель используется в качестве привода электрогенератора, выходная мощность двигателя может измеряться в киловаттах (кВт) и/или в амперах (А). Если двигатель используется в качестве привода насоса или компрессора, может потребоваться вычислить нагрузку двигателя в зависимости от величины ДВК (давления воздуха в коллекторе) или нагрузки насоса/компрессора.

Методы измерения положения топливной рейки

Чтобы настроить двухтопливную систему для достижения желаемого соотношения газ/дизельное топливо, потребуется измерить «положение топливной рейки» или «положение топлива» системы управления подачей топлива дизельного двигателя при заданной нагрузке двигателя. Можно использовать следующие методы:

Измерение сигнала управления от регулятора к приводу (электронные регуляторы, такие как Woodward 2301). Измерения можно выполнить, используя цифровой мультиметр, подключенный между модулем управления регулятора (АСТ контакт) и приводным механизмом. Величина этого сигнала управления обычно измеряется в миллиамперах (мА).

Измерение «положения топлива» или «длительности впрыска» (электронные дизельные двигатели, такие как Caterpillar серии В). При измерении положения топлива или длительности впрыска обычно требуется использовать патентованные диагностические программы (поставляемые производителем двигателей) и портативный компьютер или другое диагностическое оборудование.

Измерение физического положения дизельной топливной рейки (в %). В зависимости от конструкции топливной системы, бывает возможно замерить перемещение топливной рейки непосредственно, используя штангенциркуль, стрелочные приборы и т.д. Поскольку амплитуда перемещения топливной рейки от 0% до 100% обычно невелика, эти измерения необходимо проводить с высокой степенью точности.

Прим: Для электронных дизельных двигателей, использующих электронный блок для управления моментом и продолжительностью впрыска, **НЕ ИСПОЛЬЗУЙТЕ ВЫЧИСЛЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ РАСХОДА ТОПЛИВА В КАЧЕСТВЕ СПРАВОЧНОЙ ИНФОРМАЦИИ.** Данные о расходе топлива, полученные от электронного блока управления (ЭБУ), вычисляются на основе различных параметров двигателя (но не измерителей расхода топлива) и могут не соответствовать действительности при работе двигателя в двухтопливном режиме.

7.2 Обоснование рабочих параметров

Расчетное соотношение газ/дизельное топливо: Доля газа в составе топлива обычно составляет от 50% до 70%, в зависимости от качества газа, состояния двигателя, нагрузки, температуры воздушного заряда и условий окружающей среды (высоты над уровнем моря и температуры). В общем случае, высококачественный газ (более 95% метана), умеренные нагрузки двигателя и невысокая температура воздушного заряда позволят довести долю газа до 70%. Газ худшего качества, высокая температура воздуха в коллекторе (ТВК) и/или более высокие нагрузки двигателя приведут к снижению доли газа до 50%. Окончательно доля газа определяется в процессе процедуры ввода в эксплуатацию и может быть выше или ниже расчетной величины, в зависимости от уровня детонации, температуры отработавших газов и других рабочих характеристик.

Уровень детонации: В большинстве проектов уровень детонации двигателя будет лимитирующим фактором при определении максимально допустимого соотношения газ/дизельное топливо. В большинстве случаев кратковременная детонация не приводит к повреждению двигателя, однако продолжительная работа в условиях детонации может вызвать поломки или повреждение двигателя. Возникновение детонации можно определить как на слух, так и по сигналам датчиков детонации (ВИБ) двухтопливной системы. Следует внимательно отслеживать величину сигналов с датчиков детонации (если используются) в процессе ввода в эксплуатацию, с тем чтобы убедиться в правильной работе двигателя. Если отмечена детонация в процессе работы в двухтопливном режиме, следует немедленно переключить двигатель в 100% дизельный режим. Чтобы избежать повторения детонации, может потребоваться уменьшить долю газа и/или нагрузку двигателя.

Расчетная максимальная нагрузка в двухтопливном режиме: Двигатели, оборудованные двухтопливной системой, обычно используются в период пиковой нагрузки, в качестве основного источника энергии, в составе когенерационных установок и в других сложных проектах. Важно, чтобы монтажник правильно понимал различия в уровнях выходной мощности, установленных для различных классов высокоскоростных дизельных двигателей и области применения каждого из этих классов. Большинство производителей высокоскоростных (1200-1800 об./мин) дизельных двигателей и генераторных установок публикуют величину выходной мощности для классов *резервного, основного и длительного*. Резервный класс предназначен исключительно для использования в аварийном режиме и отражает наивысший уровень выходной мощности (в л.с. или кВт), который двигатель может обеспечить *в течение ограниченного времени*. В большинстве случаев двигатели резервного класса не используются для работы в двухтопливном режиме. Двигатели основного класса предназначены для использования в течении неограниченного времени *с переменной нагрузкой вплоть до номинальной*. Длительный класс – самый умеренный и *рассчитан на неограниченное время работы при постоянной нагрузке*. Вообще говоря, двухтопливный режим предназначен для тех случаев, когда двигатель работает с нагрузкой вплоть до номинального уровня установок основного класса. Чем больше предполагаемая длительность работы и чем стабильнее нагрузка, тем умереннее должна быть номинальная выходная мощность. В случаях, когда нагрузка двигателя остается постоянной, рекомендованная компанией GTI номинальная выходная мощность для двухтопливного режима составляет 80% от класса длительного. **Прим: Выходная мощность двигателя-генератора не снижается после установки двухтопливной системы. Максимальные уровни мощности (выше номинального в двухтопливном режиме) по-прежнему достижимы, поскольку двухтопливная система автоматически переключает двигатель в 100%**

дизельный режим, как только мощность возрастает выше предельного значения, заданного на электронной панели управления. Компания GTI столкнулась с тем, что некоторые пользователи стремятся эксплуатировать свои двигатели на нагрузках, несовместимых с их длительной безотказной работой. Необходимо подчеркнуть, что высокооборотистые дизельные двигатели, если их эксплуатировать продолжительное время на высоких нагрузках, требуют значительных затрат на техническое обслуживание, независимо от того, работают ли они в двухтопливном или чисто дизельном режиме.

7.3 Процедура настройки

Прежде чем приступить к настройке, монтажник должен ознакомиться с работой электронной панели управления и порядком программирования контроллера DE. Подробные инструкции по применению двухтопливных панелей управления GPN2000, GPN1000 и GPN0500 можно найти в Руководствах по эксплуатации системы управления (GTI-A, GTI-V или GTI-L OM).

Прим: При поставке в составе комплекта оборудования, панель GPN2000V (контроллер DE-2510) предварительно программируется в соответствии с конфигурацией двухтопливной системы и количеством датчиков. Панели GPN0500-12 и GPN2000L программируются стандартно, т.е. предполагается, что датчики вибрации не используются. Если все же предполагается использовать датчики вибрации, контроллер должен быть перепрограммирован. Инструкции по программированию, а также процедура перехода от английской системы единиц к метрической, содержатся в разделе «Программирование» вышеназванных инструкций. Комплект программ поставляется вместе с двухтопливной системой и предполагает использование стандартного персонального компьютера (ПК) для обмена данными. Рекомендации по применению программ к конкретным типам двухтопливной системы приводятся в Приложении А к данному руководству. Загрузку программы можно проверить, опросив каналы с помощью контроллеров (DE-1510 и DE-2510) и убедившись, что показания датчиков отображаются на дисплее. Контроллеры, поставляемые отдельно, как запасные части, могут быть запрограммированы стандартно, а именно:

GPN0500-12: Стандартная программа; Английские единицы; Нет датчиков вибрации.

DE-1510: Стандартная программа; Английские единицы; Нет датчиков вибрации.

DE-2510: Комплект В (компл. принадл. GPA0002); Английские единицы; 2 датчика вибрации.

Если стандартная конфигурация не удовлетворяет требованиям конкретного проекта, контроллер должен быть перепрограммирован с использованием ПК и программы, поставляемой комплектно.

Ниже описана общая процедура настройки двухтопливной системы и приема в эксплуатацию. Просьба все возможные вопросы направлять Вашему поставщику или в службу технической поддержки компании GTI по адресу support@gti-aci.com или телефону (954) 217-0087. Часы работы: Понедельник-Пятница, 08:00-17:00 (временной пояс США).

1. Зафиксируйте исходные данные двигателя

Поверните выключатель панели управления двухтопливной системы в положение ON (ВКЛ). Переведите панель управления в режим «Ручной останов». Поверните ручной газовый кран в положение OFF (ВЫКЛ). Нагрузите двигатель или генератор на максимальную для двухтопливного режима нагрузку примерно на 20 мин, чтобы температура стабилизировалась. Зафиксируйте (запишите) значения следующих параметров, используя панель управления двухтопливной системой и панель управления двигателем/генератором:

температура отработавших газов (ТОГ)
давление воздуха в коллекторе (ДВК)
температура воздуха в коллекторе (ТВК)
вибрация двигателя (ВИБ)
разрежение во впускной трубе (РВТ)
температура окружающего воздуха
обороты двигателя
частота в герцах (генераторная установка)
температура охлаждающей жидкости двигателя
давление масла двигателя
температура масла двигателя
сигнал управления регулятором оборотов, положение топлива, положение топливной рейки и т. д.

2. Рассчитайте «опорную» нагрузку

Умножьте значение нагрузки, принятой в 1 шаге, на *долю дизельного топлива в заданном соотношении газа и дизельного топлива*. Данные о положении топлива и соответствующей нагрузке используются для расчетов в процессе настройки системы.

Пример:

Расчетная нагрузка в двухтопливном режиме:	1000 кВт
Расчетная доля газа:	60%
Расчетная доля дизтоплива:	40%
«Опорная» нагрузка:	400 кВт (1000 кВт x 0,40)

3. Зафиксируйте данные о положении топливной рейки

Уменьшите нагрузку двигателя до «опорного» значения и зафиксируйте данные о положении топливной рейки, пользуясь одним из способов, указанных выше.

Пример:

«Опорная» нагрузка:	400 кВт
Сигнал управления регулятором:	900 мА

4. Уменьшите нагрузку двигателя до 0%

5. Задайте исходное положение винтов регулятора расхода газа

Полностью закройте регулировочные винты регулятора расхода газа (РРГ). С помощью маркера или карандаша разметьте регулировочные винты таким образом, чтобы можно было определить число оборотов при открывании (из полностью закрытого положения). После каждой подстройки РРГ убедитесь, что контргайка достаточно затянута, чтобы избежать нежелательного перемещения регулировочных винтов. **Прим: В случае использования «сдвоенного» РРГ может потребоваться настройка вторичных регулировочных винтов, чтобы сбалансировать ряды цилиндров двигателя по значениям ДВК, ТОГ и ВИБ. Вероятно, балансировка рядов цилиндров потребует для двигателей, имеющих отдельные впускные коллекторы и/или охладители наддува; не поворачивайте регулировочные винты больше чем на 1/8 оборота за один раз.**

Для «одинарных» РРГ откройте регулировочный винт на один (1) полный оборот из полностью закрытого положения.

Для «сдвоенного» РРГ откройте первичный регулировочный винт на один (1) полный оборот из полностью закрытого положения. Откройте вторичные регулировочные винты на четыре (4) полных оборота каждый из полностью закрытого положения.

6. Задайте начальные значения уставок ДВК группы УПРАВЛЕНИЕ

Задайте для верхнего и нижнего пределов ДВК значения, равные 35 кПа и 280 кПа соответственно. Прим: Уставки ДВК группы УПРАВЛЕНИЕ будут перенастроены в заключительной части процедуры.

7. Задайте значения уставок ТОГ, ТВК, ВИБ, РВТ и РДГ группы УПРАВЛЕНИЕ

Настройте уставки ТОГ, ТВК, ВИБ, РВТ и РДГ группы УПРАВЛЕНИЕ по каждому каналу на минимально и максимально возможные значения (минимальные и максимальные величины диапазона). Этим исключается нежелательное отключение двухтопливной системы по каналу Управление.

8. Задайте начальные значения уставок группы БЕЗОПАСНОСТЬ

Переведите панель управления в положение «ручной останов», задайте для верхнего предела ТОГ, ТВК и ВИБ максимальные значения, равные 105% от значений, зафиксированных в 1 шаге. Для нижнего предела ТОГ, ТВК и ВИБ задайте минимально возможные значения. Для ВАК, задайте для нижнего предела значение, равное величине ВАК, зафиксированной в 1 шаге, минус 1,4 кПа. Для верхнего предела ВАК задайте максимально возможное значение. Задайте для нижнего предела РДГ значение, равное 7 кПа, для верхнего предела РДГ – 28 кПа.

9. Проверьте состояние контакта «Запрет двухтопливного режима»

Проверьте состояние контакта «Запрет двухтопливного режима». Если этот контакт не используется, убедитесь, что установлена перемычка. Прим: DE-1510 контакт 13 (+ на -) и DE-2510 контакт 27 (+ на -).

10. Проверьте рабочее давление газа (РДГ)

Поверните ручной газовый клапан в положение ON (ОТКР) и зафиксируйте давление газа на экране контроллера DE. Начальное значение РДГ должно быть в пределах 15-21 кПа. Если значение РДГ ниже 15 кПа или выше 21 кПа, настройте регулятор давления как требуется.

11. Проверьте давление на выходе из регулятора (ДВР)

Убедитесь, что барометрическое реле ДВР настроено на +1 дюйм (+25 мм) водяного столба (серия I-IV). Прим: Если давление на выходе из регулятора нулевого давления оказывается выше уставки, панель управления сигнализирует об аварии (“ROP FAULT”).

12. Установите регулятор нулевого давления в исходное положение

Настройте регулятор нулевого давления на минимальное значение, повернув регулировочный винт против часовой стрелки до упора. Прим: Регулировочная пружина регулятора окрашена в коричневый цвет и поддерживает давление в диапазоне от -1,0 дюйма (-25 мм) вод.ст. до +1,6 дюйма (+40 мм) вод.ст.

При работающем в двухтопливном режиме двигателе давление на выходе из регулятора должно быть в пределах от -0.5 дюймов (-12 мм) вод.ст. до 0 (замеряется с помощью дополнительного манометра).

13. Проверьте значение коэффициента передачи регулятора оборотов двигателя

Для оптимальной работы в двухтопливном режиме коэффициент передачи регулятора оборотов двигателя должен составлять примерно 70-80%. Большее значение коэффициента передачи может вызвать нестабильную работу двигателя в процессе переключения топливных режимов от дизельного к двухтопливному и наоборот.

14. Проверьте исходное состояние панели управления

При работе двигателя на холостом ходу, сбросьте панель управления в исходное состояние. Убедитесь, что контроллер находится в состоянии управляющего останова (красный и зеленый светодиоды не горят). **Прим: Панель управления находится в состоянии управляющего останова, т.к. значение ДВК ниже нижнего предела, т.е. при нулевой нагрузке значение ДВК должно быть ниже значения уставки в 35 кПа.**

15. Проверьте правильность функционирования двухтопливной системы - частичная нагрузка

Нагрузите двигатель примерно до *50% от расчетного номинала в двухтопливном режиме*. Убедитесь, что на дисплее панели управления отображается "Bi-Fuel On" («Двухтопливный режим включен») и светится зеленый светодиод "RUN" («Работа»). Двигатель теперь работает в двухтопливном режиме с использованием минимального количества газа. Необходимо отслеживать параметры двухтопливной системы и поведение двигателя, чтобы своевременно обнаружить отклонения от нормы. Убедитесь, что отклонения РДГ от номинала не превышают +/- 2 кПа. Если колебания РДГ больше чем +/- 2 кПа, необходимо отрегулировать регулятор давления газа (газовый редуктор).

16. Увеличьте нагрузку двигателя до расчетного значения

17. Увеличьте долю газа в составе топлива до 50% от расчетного значения

Пример:	Расчетное содержание газа	70%
	50-процентное значение	35%

Настройте регулятор расхода газа таким образом, чтобы довести содержание газа в составе топлива примерно до 50% от расчетного значения, используя следующий метод:

Внимание: По мере увеличения доли газа монтажник обязан постоянно контролировать параметры и поведение двигателя на основании данных, отображаемых панелью управления двухтопливной системы и/или панелью управления двигателя/генератора, а также воспринимаемых на слух шумов двигателя.

Прим: Давление на выходе из регулятора нулевого давления при необходимости может быть подстроено в процессе данной процедуры. Не пытайтесь настраивать регулятор нулевого давления в статичном состоянии; двигатель должен всасывать газ для правильной настройки. Регулятор нулевого давления следует настраивать только в том случае, если не удалось увеличить долю газа с помощью регулятора расхода газа. Максимально допустимое давление на выходе из регулятора нулевого давления составляет 0 мм водяного столба (при работе в двухтопливном режиме). Не допускайте увеличения давления выше 0 мм водяного столба (до положительных значений).

Для одинарного РРГ – изменяйте положение регулировочного винта, каждый раз отворачивая его *на четверть или пол-оборота*. После каждой регулировки проверяйте положение топливной рейки, чтобы заметить реакцию регулятора. Продолжайте пошаговую регулировку винта регулятора расхода газа, пока положение топливной рейки не укажет, что доля газа в составе топлива достигла 50% от расчетного значения.

Для сдвоенного РРГ – изменяйте положение первичного регулировочного винта, каждый раз отворачивая его *на четверть или пол-оборота*. После каждой регулировки проверяйте положение топливной рейки, чтобы заметить реакцию регулятора. Если после нескольких регулировок первичного регулировочного винта положение топливной рейки заметно не изменится, следует отвернуть вторичные регулировочные винты на пол-оборота и снова проверить положение топливной рейки. Продолжайте пошаговую регулировку первичного регулировочного винта и/или вторичных регулировочных винтов (насколько это необходимо), пока положение топливной рейки не укажет, что доля газа в составе топлива достигла 50% от расчетного значения. Убедитесь, что ряды цилиндров двигателя сбалансированы по ТОГ, ДВК и ВИБ; при необходимости подстройте вторичные регулировочные винты.

18. Зафиксируйте параметры двигателя и двухтопливной системы

Зафиксируйте параметры двигателя, как указано в 1 шаге. Убедитесь в том, что значение РДГ сохраняется в пределах допуска ± 2 кПа. Убедитесь, что значения ВИБ и ТОГ находятся в допустимых пределах. Внимательно прислушайтесь к работе двигателя, чтобы убедиться в отсутствии детонации. Прежде чем перейти к следующему шагу, убедитесь в правильном функционировании двигателя.

19. Увеличьте долю газа в составе топлива до 70% от расчетного значения

Пример:	Расчетное содержание газа	70%
	70-процентное значение	49%

Настройте регулятор расхода газа таким образом, чтобы довести содержание газа в составе топлива примерно до 70% от расчетного значения, используя следующий метод:

Внимание: По мере увеличения доли газа монтажник обязан постоянно контролировать параметры и поведение двигателя на основании данных, отображаемых панелью управления двухтопливной системы и/или панелью управления двигателя/генератора, а также воспринимаемых на слух шумов двигателя.

Для одинарного РРГ – изменяйте положение регулировочного винта, каждый раз отворачивая его *на четверть или пол-оборота*. После каждой регулировки проверяйте положение топливной рейки, чтобы заметить реакцию регулятора. Продолжайте пошаговую регулировку винта регулятора расхода газа, пока положение топливной рейки не укажет, что доля газа в составе топлива достигла 70% от расчетного значения.

Для сдвоенного РРГ – изменяйте положение первичного регулировочного винта, каждый раз отворачивая его *на четверть или пол-оборота*. После каждой регулировки проверяйте положение топливной рейки, чтобы заметить реакцию регулятора. Если после нескольких регулировок первичного регулировочного винта положение топливной рейки заметно не изменится, следует отвернуть вторичные регулировочные винты на пол-оборота и снова проверить положение топливной рейки. Продолжайте пошаговую регулировку первичного регулировочного винта

и/или вторичных регулировочных винтов (насколько это необходимо), пока положение топливной рейки не укажет, что доля газа в составе топлива достигла 70% от расчетного значения. Убедитесь, что ряды цилиндров двигателя сбалансированы по ТОГ, ДВК и ВИБ; при необходимости подстройте вторичные регулировочные винты.

20. Зафиксируйте параметры двигателя и двухтопливной системы

Зафиксируйте параметры двигателя, как указано в 1 шаге. Убедитесь в том, что значение РДГ сохраняется в пределах допуска +/- 2 кПа. Убедитесь, что значения ВИБ и ТОГ находятся в допустимых пределах. Внимательно прислушайтесь к работе двигателя, чтобы убедиться в отсутствии детонации. Прежде чем перейти к следующему шагу, убедитесь в правильном функционировании двигателя.

21. Увеличьте долю газа в составе топлива до 100% от расчетного значения

Настройте регулятор расхода газа таким образом, чтобы довести содержание газа в составе топлива до 100% от расчетного значения, используя следующий метод:

Внимание: По мере увеличения доли газа монтажник обязан постоянно контролировать параметры и поведение двигателя на основании данных, отображаемых панелью управления двухтопливной системы и/или панелью управления двигателя/генератора, а также воспринимаемых на слух шумов двигателя.

Прим: Как уже говорилось, иногда бывает невозможно увеличить долю газа в составе топлива, как хотелось бы, при данной расчетной нагрузке в двухтопливном режиме. Если достижение желаемого соотношения компонентов топлива сопряжено с риском, необходимо снизить долю газа в составе топлива или расчетную номинальную нагрузку для двухтопливного режима.

Для одинарного РРГ – изменяйте положение регулировочного винта, каждый раз отворачивая его *на четверть или пол-оборота*. После каждой регулировки проверяйте положение топливной рейки, чтобы заметить реакцию регулятора. Продолжайте пошаговую регулировку винта регулятора расхода газа, пока положение топливной рейки не укажет, что доля газа в составе топлива достигла 100% от расчетного значения.

Для сдвоенного РРГ – изменяйте положение первичного регулировочного винта, каждый раз отворачивая его *на четверть или пол-оборота*. После каждой регулировки проверяйте положение топливной рейки, чтобы заметить реакцию регулятора. Если после нескольких регулировок первичного регулировочного винта положение топливной рейки заметно не изменится, следует отвернуть вторичные регулировочные винты на пол-оборота и снова проверить положение топливной рейки. Продолжайте пошаговую регулировку первичного регулировочного винта и/или вторичных регулировочных винтов (насколько это необходимо), пока положение топливной рейки не укажет, что доля газа в составе топлива достигла 100% от расчетного значения. Убедитесь, что ряды цилиндров двигателя сбалансированы по ТОГ, ДВК и ВИБ; при необходимости подстройте вторичные регулировочные винты.

22. Зафиксируйте параметры двигателя и двухтопливной системы

Зафиксируйте параметры двигателя, как указано в 1 шаге. Убедитесь в том, что значение РДГ сохраняется в пределах допуска +/- 2 кПа. Убедитесь, что значения ВИБ и ТОГ находятся в допустимых пределах. Внимательно прислушайтесь к работе двигателя, чтобы убедиться в отсутствии детонации. Прежде чем перейти к следующему шагу, убедитесь в правильном функционировании двигателя.

23. Рабочие испытания

Запустите двигатель в двухтопливном режиме в условиях реальной нагрузки. Контролируйте параметры УПРАВЛЕНИЕ и БЕЗОПАСНОСТЬ двухтопливной системы. Рекомендованная минимальная продолжительность испытания – 2-3 часа. Если есть возможность, следует испытать двигатель при разных нагрузках, чтобы убедиться в устойчивой работе двигателя в двухтопливном режиме.

24. Задайте уставку минимальной нагрузки

Уменьшите нагрузку двигателя до примерно 10% от номинальной нагрузки в двухтопливном режиме. Контролируйте стабильность двигателя, частоту и напряжение генераторной установки и т. д. Минимальная нагрузка для двухтопливного режима может быть задана в пределах от 0 до 10% или в иных пределах, требуемых по условиям эксплуатации. Когда минимальное значение нагрузки окончательно установлено, запомните (запишите) значение ДВК.

25. Задайте окончательные значения уставок ДВК группы УПРАВЛЕНИЕ

Задайте окончательные значения уставок группы УПРАВЛЕНИЕ для верхнего и нижнего пределов ДВК, чтобы определить «окно» нагрузки двигателя в двухтопливном режиме. Для нижнего предела ДВК задайте значение, полученное в шаге 24. Для верхнего предела ДВК задайте значение, на 35 кПа превышающее значение ДВК при максимальной нагрузке в двухтопливном режиме (полученное в шаге 20).

26. Задайте окончательные значения уставок группы БЕЗОПАСНОСТЬ (ТОГ, ТВК, ВИБ)

Для верхнего предела уставок ТОГ, ТВК и ВИБ группы БЕЗОПАСНОСТЬ задайте окончательные значения, сравнивая данные, зафиксированные в шаге 1 и шаге 22 (100% дизельный режим и двухтопливный режим). Окончательное решение остается за монтажником, производящим настройку, однако компания GTI рекомендует для параметров ТОГ, ТВК и ВИБ задавать значения в пределах +10% от базовых значений в дизельном режиме. Прим: Значения уставок группы БЕЗОПАСНОСТЬ задаются чуть выше расчетных пределов, чтобы избежать частых нежелательных отключений в двухтопливном режиме.

27. Задайте окончательные значения уставок группы БЕЗОПАСНОСТЬ (РДГ)

Задайте значения уставок РДГ группы БЕЗОПАСНОСТЬ в пределах +/- 3.5 кПа от максимального и минимального значений рабочего давления газа.

28. Зафиксируйте положение РРГ и РНД

С помощью контргаек зафиксируйте положение винтов РРГ (избегайте чрезмерных усилий). Рекомендуется опечатывать РРГ и РНД, чтобы предотвратить несанкционированное вмешательство.

29. Зафиксируйте значения уставок в двухтопливном режиме

Запомните (запишите) значения уставок ТОГ, ДВК, ТВК, ВИБ и РДГ, отображаемых поканально на панели управления, для возможного анализа в дальнейшем. Запомните положение регулировочных винтов РРГ (количество оборотов из полностью закрытого положения).

30. Зафиксируйте паспортные данные двигателя и дату ввода в эксплуатацию

Запишите марку двигателя, модель, серийный номер и мощность. Запишите дату ввода в эксплуатацию в двухтопливном режиме.

31. Составьте Отчет о вводе в эксплуатацию в двухтопливном режиме

Составьте отчет по форме, приведенной в Приложении F и отправьте его по факсу (954) 217 0082 в компанию GTI/Altronic Controls, Inc. ПРИМ: СВОЕВРЕМЕННО ПОЛУЧЕННЫЙ ОТЧЕТ ЯВЛЯЕТСЯ НЕОБХОДИМЫМ УСЛОВИЕМ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ГАРАНТИЙНЫХ ОБЯЗАТЕЛЬСТВ.

APPENDIX A
STANDARD KIT CONTENTS AND REQUIRED OPERATING PROGRAM

Series	Mixer(s)	Standard Items			Required Operating Program (See Form GTI-A, GTI-V, or GTI-L OM)
		Gas Train Kit	Panel Accessory Kit	Panel	
A-A15	1 x 5"	GGT0500-12*	GPA0008	GPN0500-12*	GPN0500-12 STANDARD PROGRAM
I-A15	1 x 5"	GGT0501A	GPA0005	GPN1000	DE-1510 STANDARD PROGRAM
II-A16	1 x 6"	GGT0601	GPA0005	GPN1000	DE-1510 STANDARD PROGRAM
II-B26	2 x 6"	GGT0602			
III-A16	1 x 6"	GGT0601	GPA0001	GPN2000L	DE-1510 STANDARD PROGRAM
III-B26	2 x 6"	GGT0602	GPA0002	GPN2000V	KIT B (GPA0002 PANEL ACCESSORY KIT)
III-B46	4 x 6"	GGT0603			
III-C26	2 x 6"	GGT0602	GPA0003	GPN2000V	KIT C (GPA0003 PANEL ACCESSORY KIT)
III-C46	4 x 6"	GGT0603			
III-D26	2 x 6"	GGT0602	GPA0004	GPN2000V	KIT D (GPA0004 PANEL ACCESSORY KIT)
III-D46	4 x 6"	GGT0603			
IV-B110	1 x 10"	GGT1001	GPA0002	GPN2000V	KIT B (GPA0002 PANEL ACCESSORY KIT)
IV-B27	2 x 7"	GGT0701			
IV-B46	4 x 6"	GGT0604			
IV-B47	4 x 7"	GGT0702			
IV-C27	2 x 7"	GGT0701	GPA0003	GPN2000V	KIT C (GPA0003 PANEL ACCESSORY KIT)
IV-C46	4 x 6"	GGT0604			
IV-C47	4 x 7"	GGT0702			
IV-D27	2 x 7"	GGT0701	GPA0004	GPN2000V	KIT D (GPA0004 PANEL ACCESSORY KIT)
IV-D46	4 x 6"	GGT0604			
IV-D47	4 x 7"	GGT0702			

* Requires 12Vdc supply, all other kits require 24Vdc supply.

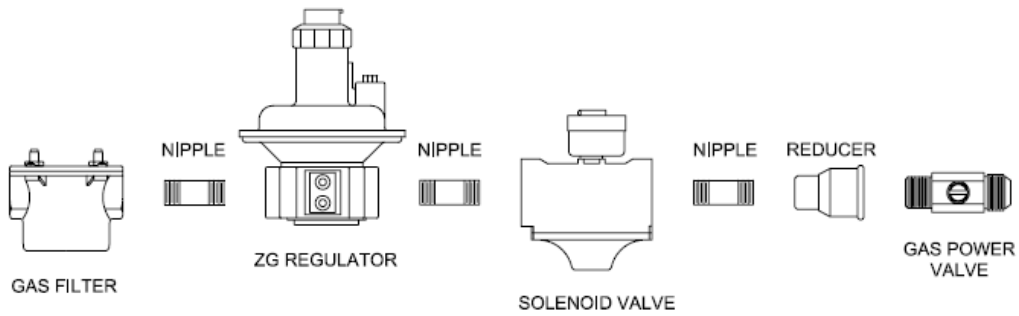
Note: Refer to Form GTI-A OM, GTI-L OM or GTI-V OM for detailed programming information. DE-2510 Controllers supplied in kits are pre-programmed for the type of kit with which they are shipped, but may require configuration for English/Metric units. GPN0500-12 and DE-1510 Controllers are pre-programmed assuming no vibration sensors are in use and will require re-programming if optional vibration sensors are used or to change from English to Metric units. Controllers supplied loose as spares may be shipped with a default program as follows:

GPN0500-12: Standard program; English units; 0 vibration sensors

DE-1510 systems: Standard program; English units; 0 vibration sensors

DE-2510 systems: Kit B (GPA0002 Panel Accessory Kit); English units; 2 vibration sensors

**APPENDIX B
GAS TRAIN ASSEMBLY GUIDE
SERIES A**

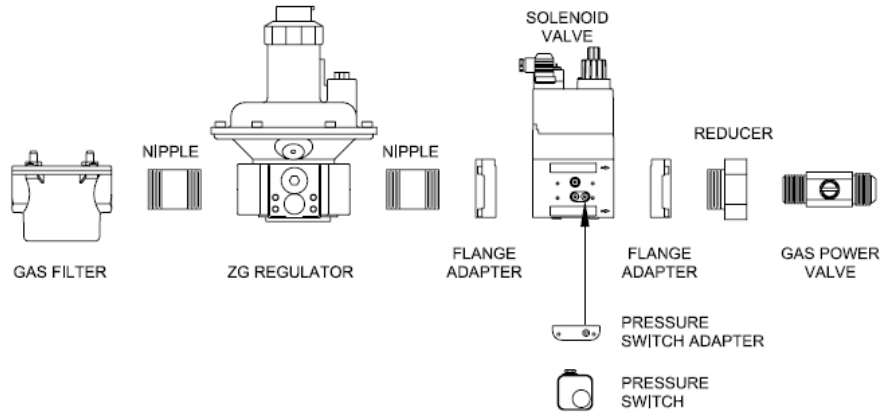


Gas Train Part Number	Item Description	Item GTI Part Number	Quantity Supplied	Manufacturers Literature Reference
GGT0500-12 Series A, 1 Mixer Gas Train Size: 1 inch NPT	Gas Filter	GFL004	1	MBH2068
	Zero Governor (ZG) Regulator	GGR008	1	FRG6 22363, 80116
	Solenoid Valve	GSV009	1	V5996R3/V6927R1
	Gas Power Valve (GPV)	GPV1015AAT	1	
	Mixer*	GMX0050AAT*	1	
	Bell Reducer	G11023	1	
	Nipple	G11025	3	

*Note: Mixer location depends upon installation and is not shown in drawing above.

Approximate Maximum Assembled Dimensions						
Series A GGT0500-12	Length		Width		Height	
	Inches	mm	Inches	mm	Inches	mm
	26	660	6	152	8	203

APPENDIX B GAS TRAIN ASSEMBLY GUIDE SERIES I

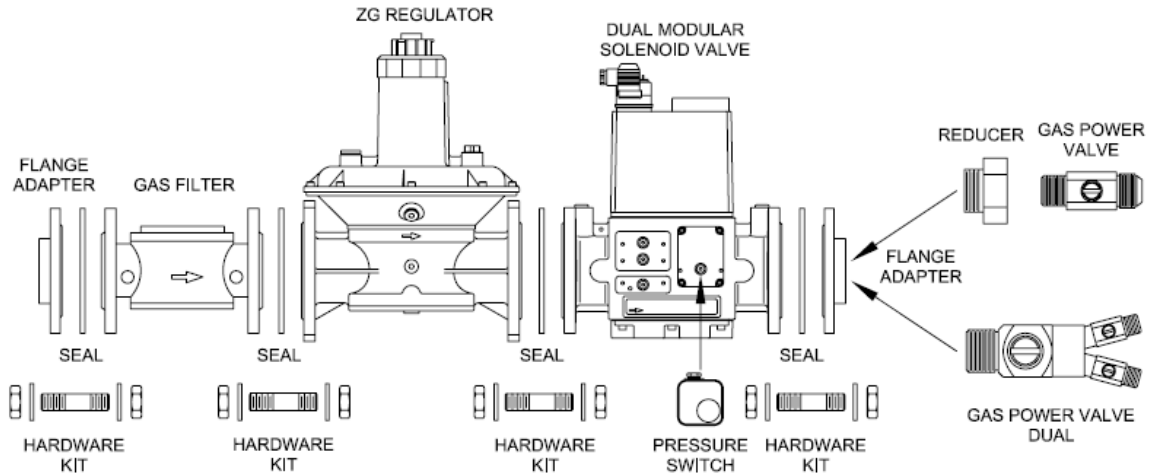


Gas Train Part Number	Item Description	Item GTI Part Number	Quantity Supplied	Manufacturers Literature Reference
GGT0501A Series I, 1 Mixer Gas Train Size: 2 inch NPT	Gas Filter	GFL005	1	MBH2068
	Zero Governor (ZG) Regulator	GGR005	1	FRG/6 226363, 80116
	Pressure Switch (ROP)	G11012	1	GMHA2 226359, 80111
	Pressure Switch Adapter	G11013	1	
	Dual Modular Valve (DMV) Solenoid	GSV004	1	DMV-DLE/6 226377, 80119
	DMV Flange Adapter	G11003	2	
	Gas Power Valve (GPV)	GPV1015AAT	1	
	Mixer*	GMX0050AAT*	1	
	Reducer Bushing	G11014	1	
	Nipple	G11055	2	

*Note: Mixer location depends upon installation and is not shown in drawing above.

Approximate Maximum Assembled Dimensions						
Series I GGT0501A	Length		Width		Height	
	Inches	mm	Inches	mm	Inches	mm
	31	787	10	254	13	330

APPENDIX B GAS TRAIN ASSEMBLY GUIDE SERIES II, III, IV

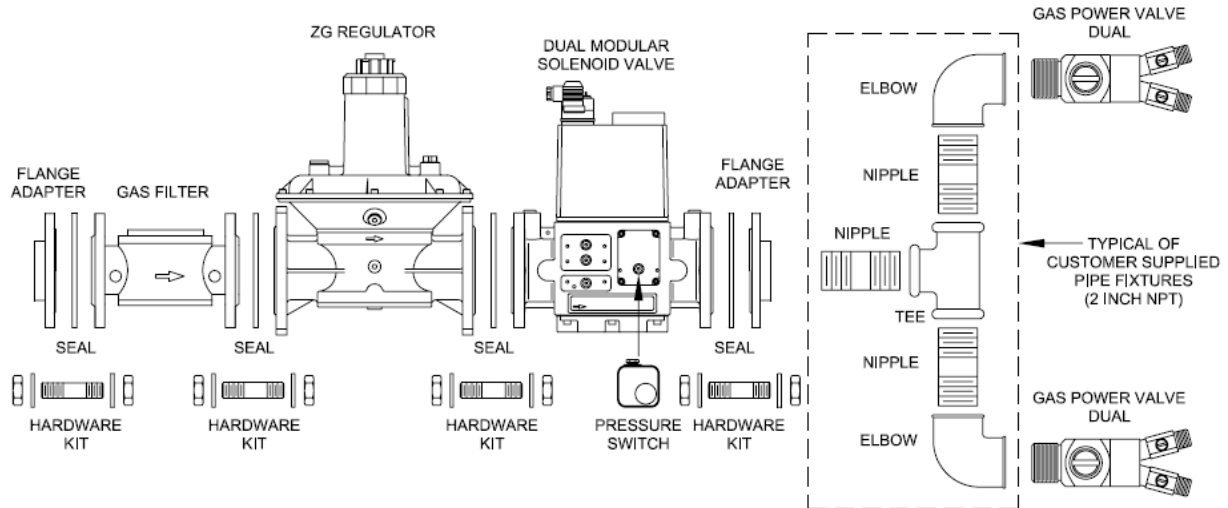


Item Description	Gas Train P/N GGT0601 Series II/III (1) 6" Mixer Size: DN65	Qty.	Gas Train P/N GGT0602 Series II/III (2) 6" Mixers Size: DN65	Qty.	Gas Train P/N GGT0701 Series IV (2) 7" Mixers Size: DN80	Qty.	Manufacturers Literature Reference
Gas Filter	GFL002	1	GFL002	1	GFL003	1	GF/3 215204, 222686
Zero Gas (ZG) Regulator	GGR006	1	GGR006	1	GGR007	1	FRNG 219570, 223842
Pressure Switch (ROP)	G11012	1	G11012	1	G11012	1	GMHA2 226359, 80111
Dual Modular Valve (DMV) Solenoid	GSV005	1	GSV005	1	GSV006	1	DMV-D11 218376, 222115
Gas Power Valve (GPV)	GPV1015AAT	1	GPV2025AAT	1	GPV2030AAT	1	
Mixer*	GMX0060AAT*	1	GMX0060AAT*	2	GMX0070AAT*	2	
Reducer Bushing	G11015	1	Not applicable	0	Not applicable	0	
Flange to Pipe Adapter	G11007	2	G11007	2	G11008	2	
Seal	G12020	4	G12020	4	G12021	4	
Hardware Kit	G11002	16	G11002	16	G11002	32	

*Note: Mixer location depends upon installation and is not shown in drawing above.

Approximate Maximum Assembled Dimensions	Series II/III GGT0601 (1) 6" Mixer DN65		Series II/III GGT0602 (2) 6" Mixers DN65		Series IV GGT0701 (2) 7" Mixers DN80	
	Inches	mm	Inches	mm	Inches	mm
Length	42	1067	47	1194	50	1270
Width	11	279	11	279	11	279
Height	16	406	16	406	16	406

APPENDIX B GAS TRAIN ASSEMBLY GUIDE SERIES III/IV (4 MIXERS)



Item Description	Gas Train P/N GGT0603 Series III (4) 6" mixers Size: DN65	Qty.	Gas Train P/N GGT0604 Series IV (4) 6" mixers Size: DN80	Qty.	Gas Train P/N GGT0702 Series IV (4) 7" mixers Size: DN80	Qty.	Manufacturers Literature Reference
Gas Filter	GFL002	1	GFL003	1	GFL003	1	GF/3 215204, 222686
Zero Gas (ZG) Regulator	GGR006	1	GGR007	1	GGR007	1	FRNG 219570, 223842
Pressure Switch (ROP)	G11012	1	G11012	1	G11012	1	GMHA2 226359, 80111
Dual Modular Valve (DMV) Solenoid	GSV005	1	GSV006	1	GSV006	1	DMV-D11 218376, 222115
Gas Power Valve (GPV)	GPV2025AAT	2	GPV2030AAT	2	GPV2030AAT	2	
Mixer*	GMX0060AAT*	4	GMX0060AAT*	4	GMX0070AAT*	4	
Flange to Pipe Adapter	G11007	2	G11008	2	G11008	2	
Seal	G12020	4	G12021	4	G12021	4	
Hardware Kit	G11002	16	G11002	32	G11002	32	

*Note: Mixer location depends upon installation and is not shown in drawing above.

Approximate Maximum Assembled Dimensions	Series III GGT0603 (4) 6" Mixers DN65		Series IV GGT0604 (4) 6" Mixers DN80		Series IV GGT0702 (4) 7" Mixers DN80	
	Inches	mm	Inches	mm	Inches	mm
Length	Assembled dimensions vary depending upon user selected components					
Width						
Height						

APPENDIX C SENSOR SPECIFICATIONS

Engine Exhaust Gas Temperature Thermocouple – EGT

P/N TCK0420-SS or TCK0430-SS
Metal transition w/strain relief and
0.25" x 4" 304SS sheath.
Fiberglass stranded overbraid leadwire ungrounded
Type K (32°F to 2300°F)
Fitting: 1/8 inch NPT

Manifold Air Temperature Thermocouple - MAT

P/N TCK0420-SS or TCK0430-SS
Metal transition w/ strain relief and
0.25" x 4" 304SS sheath.
Fiberglass stranded overbraid leadwire Ungrounded
Type K (32°F to 2300°F)
Fitting: 1/8 inch NPT

Manifold Air Pressure Sensor - MAP

P/N 691201-50
0-50 psig Pressure Transducer.
+5 Vdc Excitation Voltage
0.5-4.5 Vdc Output Voltage
75 psig Overload Rating
250 psig Bursting Rating
1% Accuracy of Span
Operating Temp. Range –40°F. to 221°F
Fitting: 1/8 inch NPT

Engine Vacuum Sensor - VAC

P/N 691206-50
0-50 PSIA Pressure Transducer.
+5 Vdc Excitation Voltage
0.5-4.5 Vdc Output Voltage
75 PSIA Overload Rating
250 PSIA Bursting Rating
1% Accuracy of Span
Operating Temp. Range –40°F to 221°F
Fitting: 1/8 inch NPT

Engine Vibration Sensor – VIB

P/N 691205
4-20 mA output proportional to velocity
Supply voltage: 24 Vdc
Environmental rating: NEMA 4X
Enclosure material: 303 SST
Electrical connection: 18 AWG wire
Frequency response: up to 2000 Hz
Operating temp. range: -40°F to 221°F
Mounting: 1/4 inch NPT (Supplied Heat Sink Adaptor Mounting: 3/8"-16)

APPENDIX C SENSOR SPECIFICATIONS

Gas Supply Pressure Sensor - GSP

P/N 691201-15

0-15 psig Pressure Transducer.

+5 Vdc Excitation Voltage

0.5-4.5 Vdc Output Voltage

22.5 psig Overload Rating

75 psig Bursting Rating

1% Accuracy of Span

Operating Temp. Range -40°F. to 221°F.

Fitting: 1/8 inch NPT

Regulator Output Pressure Switch - ROP

P/N G11012

SPDT switch

NC contact breaks on increasing psig

Contact rating:

10A res., 8 FLA, 48 LRA @ 120 Vac

NEMA Type 4 enclosure

Maximum pressure 7 psig (1496.2 mbar)

Ambient temp. range -40°F to +140°F

APPENDIX D GLOSSARY OF TERMS

AAAC	AIR TO AIR AFTERCOOLING
BMEP	BRAKE MEAN EFFECTIVE PRESSURE
BTU	BRITISH THERMAL UNIT
CAD	COMPUTER-AIDED DESIGN
CH ₄	METHANE MOLECULE
CNC	COMPUTER NUMERIC CONTROL (MACHINING)
DGCS	DYNAMIC GAS CONTROL SYSTEM
DMV	DUAL MODULAR VALVE GAS SOLENOID
EGT	ENGINE EXHAUST GAS TEMPERATURE
GEG	GAS EQUIVALENT GALLON
GEL	GAS EQUIVALENT LITER
GPV	GAS POWER VALVE
GSP	GAS SUPPLY PRESSURE
H ₂ S	HYDROGEN SULFIDE
HC	HYDROCARBONS
HP	HORSEPOWER
ID	INSIDE DIAMETER
IPS	INCHES PER SECOND
JIC	JOINT INDUSTRY CONFERENCE (THREAD SPECIFICATION)
JWAC	JACKET WATER AFTERCOOLING
KCAL	KILOCALORIES
KPA	KILOPASCAL
KWE	KILOWATT ELECTRIC
LCD	LIQUID CRYSTAL DISPLAY
LED	LIGHT EMITTING DIODE
LEL	LOWER EXPLOSIVE LIMIT
MAP	ENGINE MANIFOLD AIR PRESSURE
MAT	ENGINE MANIFOLD AIR TEMPERATURE
MBAR	MILLIBAR
MJ	MEGAJoule
MPS	MILLIMETERS PER SECOND
NBR	NITRILE RUBBER
NPT	NATIONAL PIPE THREAD TAPERED
OD	OUTSIDE DIAMETER
OEM	ORIGINAL EQUIPMENT (ENGINE) MANUFACTURER
P _{MAX}	PEAK FIRING PRESSURE
PSIA	POUNDS PER SQUARE INCH-ATMOSPHERIC
PSIG	POUNDS PER SQUARE INCH-GAUGE
ROP	REGULATOR OUTPUT PRESSURE
RPM	ROTATIONS PER MINUTE (ENGINE SPEED)
SCAC	SEPARATE CIRCUIT AFTERCOOLING
SCF	STANDARD CUBIC FEET
VAC	ENGINE VACUUM
VIB	ENGINE VIBRATION
WC	WATER COLUMN
ZG	ZERO GAS PRESSURE REGULATOR

APPENDIX E CONVERSIONS

Length

Multiply	—>	to get
to get	<—	Divide
inch	2.54	cm
ft	12	inch
ft	0.305	meter
yard	1.094	meter
Angstrom	1010	meter

Flowrate

Multiply	—>	to get
to get	<—	Divide
cc/min	1	mL/min
cfm (ft ³ /min)	28.31	L/min
cfm (ft ³ /min)	1.699	m ³ /hr
cfh (ft ³ /hr)	472	mL/min
cfh (ft ³ /hr)	0.125	GPM
GPH	63.1	mL/min
GPH	0.134	cfh
GPM	0.227	m ³ /hr
GPM	3.785	L/min
oz/min	29.57	mL/min

APPENDIX E CONVERSIONS

Pressure (Liquid Pumps)

Multiply	—>	to get
to get	<—	Divide
psig	2.31	feet of water
psia	6.9	kilopascals
psig	2.03	inches of Hg
psia	0.068	atm
psia	0.068	bar
atm	33.9	feet of water
atm	760	mm Hg
inches Hg	1.133	feet of water
mm Hg	0.039	inches Hg
newtons/m ²	1	pascals

Pressure/Vacuum

Multiply	—>	to get
to get	<—	Divide
atm	33.9	ft H ₂ O
atm	760	mm Hg
atm	1033.2	g/cm ²
atm	14.70	psia
atm	1.013	bar
atm	101.3	kPa
bar	14.5	psia
bar	0.9869	atm
bar	100	kPa
ft H ₂ O	0.4335	psia
kPa	0.01	dyne/cm ²
kPa	0.1450	psia
kPa	7.5	mm Hg
psi	0.0703	kg/cm ²

APPENDIX E CONVERSIONS

Volume (Liquid Pumps)

Multiply	—>	to get
to get	<—	Divide
gallons	128	fluid ounces
gallons	3.785	liters
liters	1000	cubic centimeters
lb water	0.119	gallons
gallons (Imp)	1.2	gallons (U.S.)
cubic ft	7.48	gallons
cubic in.	0.00433	gallons
cubic cm	0.0338	fluid ounces
cubic meters	264.2	gallons
cubic meters	1000	liters

Miscellaneous

Multiply	—>	to get
to get	<—	Divide
hp	0.746	kW
hp	42.44	Btu/min
hp	396,000	lb in/min
hp	1.014	metric hp
watts	0.7376	lb ft/sec
watts	44.25	lb ft/min
lb-ft	0.1368	kg-m
oz-in	0.072	kg-cm
oz-in	70,600	dyne-cm
oz-in	0.00706	Nm
gauss	0.0001	tesla

APPENDIX E CONVERSIONS

Volume

Multiply	—>	to get
to get	<—	Divide
cubic cm (cc)	1	mL
oz (fluid)	29.57	mL
cubic ft (ft ³)	7.48	gal
cubic ft (ft ³)	0.0283	m ³
gal	128	oz (fluid)
gal	3.785	liters
gal	0.8333	imp gal
cubic me- ters	1000	liters

Density Conversions

Specific Gravity x 1 = g/L
 g/L x 8.345404 = lb/gal
 lb/gal x 0.119826 = g/mL

Temperature

°F = (1.8 x °C) + 32
 °C = (°F - 32) x 0.555
 °Kelvin = °C + 273.2

APPENDIX F SETUP RECORD FORM



BI-FUEL COMMISSIONING REPORT

GENERAL INFORMATION		BI-FUEL SYSTEM INFORMATION			
TECHNICIAN:		BI-FUEL SYSTEM MODEL:			
DATE OF COMMISSIONING:		GPN1000 / 2000 SERIAL NO.			
DATE OF INSTALLATION:		GPN1000 / 2000 DRAWING NO.			
INSTALLATION PERFORMED BY:		STANDARD OR DGCS:			
CUSTOMER:		FIRMWARE VERSION:			
END USER:		FIRMWARE DATE:			
LOCATION:		OBSERVED ENGINE DATA			
ENGINE / GENSET SERIAL NO.		100% DIESEL		BI-FUEL	
ENGINE / GENSET ARRANGE. NO.		KW / HP		KW / HP	
ENGINE / GENSET MODEL:		MAT 1		MAT 1	
ENGINE / GENSET RATING(S):		MAT 2		MAT 2	
MINIMUM LOAD:		EGT 1		EGT 1	
MAXIMUM LOAD:		EGT 2		EGT 2	
AVERAGE LOAD:		VIB 1		VIB 1	
PARALLELING OPERATION (DESCRIBE):		VIB 2		VIB 2	
GAS TYPE:		GSP		GSP	
GAS ANALYSIS ATTACHED?:					
COMMENTS		ESTIMATED GAS RATIO		DE 1510/2510 SETPOINTS	
		MEASURED W/ ENGINE LOAD%		LOW	HIGH
		25% LOAD		MAT 1	
		50% LOAD		MAT 2	
		75% LOAD		EGT 1	
		100% LOAD		EGT 2	
				VIB 1	
TECH:		CUSTOMER:		VIB 2	
		CONTACT NAME:		GSP	
DATE:		TELEPHONE:		ROP	N/A
		E-MAIL ADDRESS:		MAP 1	
		DATE:		MAP 2	

Note: Please FAX completed form to PRODUCT MANAGER—GTI at (954) 217-0082.