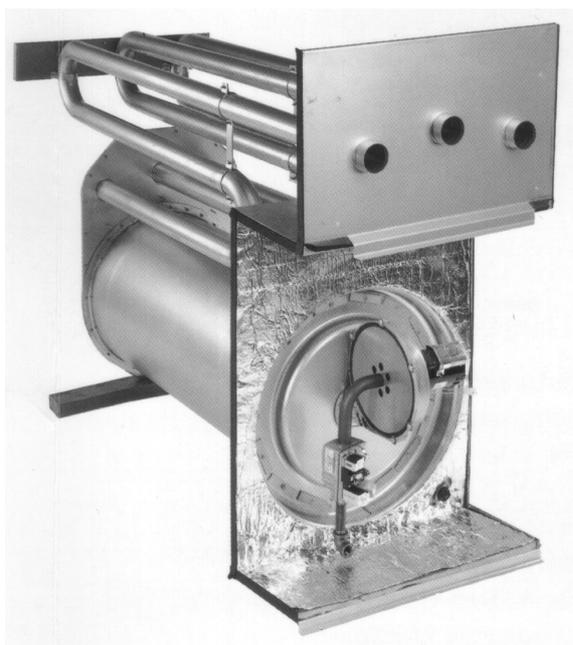




TRANE®

Крышная отопительная установка, работающая на газе (YCD-YCH)

Принцип работы и эксплуатация газовой горелки



Quality Management System Approval

T50 UG 001 E

Крышная отопительная установка, работающая на газе (YCD-YCH)

Установка Voyager

Воспламенение и сгорание

Основные принципы горения

Реакция горения.....	3
Продукты сгорания, неполное сгорание	4
Теплотворная способность газов.....	5

Горелка предварительного смешивания для установок Voyager

Реакция горения.....	6
----------------------	---

Камера сгорания и трубка теплообменника Voyager

Детали и узел.....	10
--------------------	----

Давление на впуске и выпуске газового блока

Измерение и регулировка давления газа	11
---	----

Ток пламени

Измерение тока пламени с помощью различных модулей управления воспламенением	12
--	----

Диагностика с помощью модуля управления воспламенением

Поиск неисправностей с помощью модуля управления воспламенением (IGN) Texas Instruments ...	13
---	----

Диагностика проблем сгорания

Определение проблем с давлением газа	14
Анализ отработавших газов	16

Запахи газов и отработавших газов

Выявление утечек	18
------------------------	----

Основные причины отказов теплообменников

Анализ отказов теплообменников	19
--------------------------------------	----

Компоненты систем воспламенения и сгорания

Данные компонентов	20
--------------------------	----

Техническое обслуживание

Рекомендации по технике безопасности.....	24
Договор на техническое обслуживание	24
Обучение	24

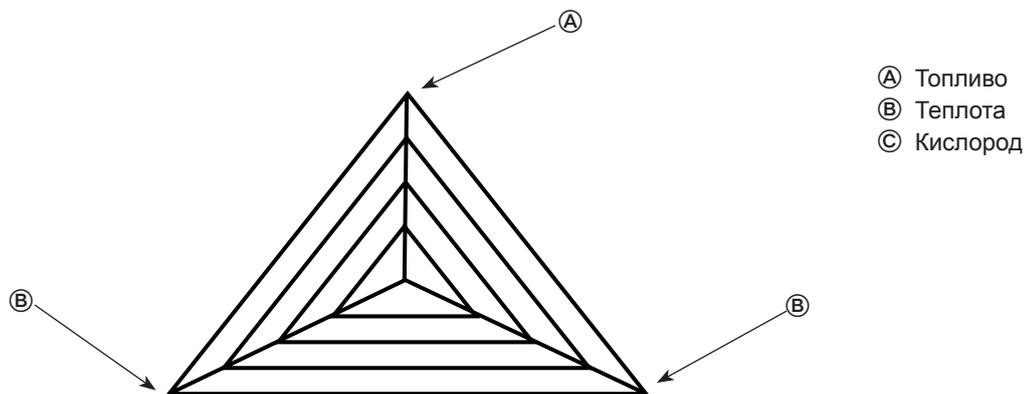
Основные принципы горения

Реакция горения

Для горения необходимы топливо, кислород и определенное количество теплоты. Если одного из этих трех элементов не хватает, поддержание или даже возникновение процесса горения невозможно. Газовое топливо сгорает в естественном состоянии при условии

присутствия достаточных объемов воздуха и теплоты. Однако твердое и жидкое топливо необходимо преобразовать в газ (путем распыления или испарения) перед их сжиганием.

Рисунок 1



Газовое топливо состоит, главным образом, из углерода (С) и водорода (Н). Когда газовое топливо реагирует с кислородом в присутствии теплоты, возникают безвредные испарения: пар при сгорании водорода и диоксид углерода при сгорании углерода. Чтобы топливо сгорало полностью, требуется определенный объем кислорода, и смесь в определенном сочетании приведет к образованию безвредных паров полного сгорания.

Для сжигания одной молекулы природного газа (метана) требуется две молекулы кислорода, то есть два кубических метра кислорода нужны для сжигания одного кубического метра природного газа (метана). Воздух является смесью 20 % кислорода и 80 % азота, которая используется для сжигания различных видов газового топлива. Учитывая пропорцию газов в данной смеси, 10 кубических метров воздуха требуется для получения 2 кубических метров кислорода, которые нужны для сжигания 1 кубического метра природного газа (метана). Для других видов газового топлива требуются другие пропорции, как показано в таблице 2.

Таблица 1

Вид топлива	Необходимый объем воздуха (кубических метров)	Объем газового топлива (кубических метров)	Соотношение воздух/газ при горении
Метан (природный газ)	10	1	10,1
Пропан	24	1	24,1
Бутан	31	1	31,1

Таблица 2

Вид топлива	Необходимый объем воздуха (кубических метров)	Объем газового топлива (кубических метров)	Соотношение воздух/газ при горении
Метан (природный газ)	13	1	13,1
Пропан	31	1	31,1
Бутан	40	1	40,1

Основные принципы горения

Продукты сгорания, неполное сгорание

Пар является естественным продуктом сгорания, который выходит через дымоход. Однако если отработавшие газы значительно охлаждаются, существует опасность конденсации пара, что вызывает коррозию теплообменников. Если теплообменник не защищен от воздействия конденсата, возможно его повреждение.

Если имеющегося воздуха и (или) теплоты недостаточно для реакции горения, могут образовываться продукты неполного сгорания, такие как угарный газ (СО) или альдегиды. Если такие продукты попадают в зону кондиционированного воздуха, они могут нанести вред или даже привести к фатальному исходу. В таблице 3 указано, что даже незначительная концентрация угарного газа может быть вредна.

Таблица 3

Концентрация СО в воздухе (част. на млн)	Вдыхание или продолжительность воздействия, возникающие токсические синдромы (в соответствии с американскими стандартами)
9 част./млн (0,0009 %)	Предельная допустимая концентрация кратковременного воздействия в жилой зоне.
35 част./млн (0,0035 %) 200 част./млн (0,02 %)	Предельная допустимая концентрация непрерывного 8-часового воздействия. Легкая головная боль, головокружение, через 2–3 часа — тошнота. Предельная концентрация СО для воздействия в любой момент.
400 част./млн (0,04 %)	Через один–два часа — головная боль в области лба, через 3 часа — опасность смерти. Максимальное содержание (в частях на миллион) в отработавших газах.
800 част./млн (0,08 %)	Головокружение, тошнота и судороги в течение 45 минут. Потеря сознания в течение 2 часов. Смерть в течение 2–3 часов.
1600 част./млн (0,16 %)	Головная боль, головокружение и тошнота в течение 20 минут. Смерть в течение часа.
3200 част./млн (0,32 %)	Головная боль, головокружение и тошнота в течение 5–10 минут. Смерть в течение получаса или раньше.
6400 част./млн (0,64 %)	Головная боль, головокружение и тошнота в течение 1–2 минут. Смерть в течение 10–15 минут.
12800 част./млн (1,28 %)	Смерть в течение 1–3 минут.

Вредные эффекты СО зависят от концентрации газа в воздухе, продолжительности воздействия, а также других факторов, таких как возраст, состояние здоровья, физические параметры и пол. Многие люди регулярно контактируют с СО, даже не зная этого, так как газ невидимый и не имеет запаха. Вот почему жертвы отравления СО не чувствуют опасности до последнего. Среди симптомов: головные боли, тошнота, хроническая усталость, состояние замешательства и головокружения. При интенсивном воздействии возможны коматозное состояние и смерть.

Угарный газ является продуктом неполного сгорания. Он оказывает прямое и кумулятивное отравляющее воздействие. Когда СО прикрепляется к гемоглобину, он заменяет кислород и попадает в организм. Смерть, вызванная воздействием СО, происходит внезапно. Жертва, вдохнувшая ядовитую концентрацию газа, становится беспомощной до того, как осознает опасность.

Чтобы сделать процесс сгорания как можно более безопасным и эффективным, технологи по установке и обслуживанию должны измерять концентрацию СО не только при каждом обслуживании агрегата, но и перед каждым периодом нагрева. В продаже имеются многочисленные промышленные анализаторы горения, что позволяет любому человеку провести подробный анализ продуктов сгорания, которые выходят из дымохода горелки.

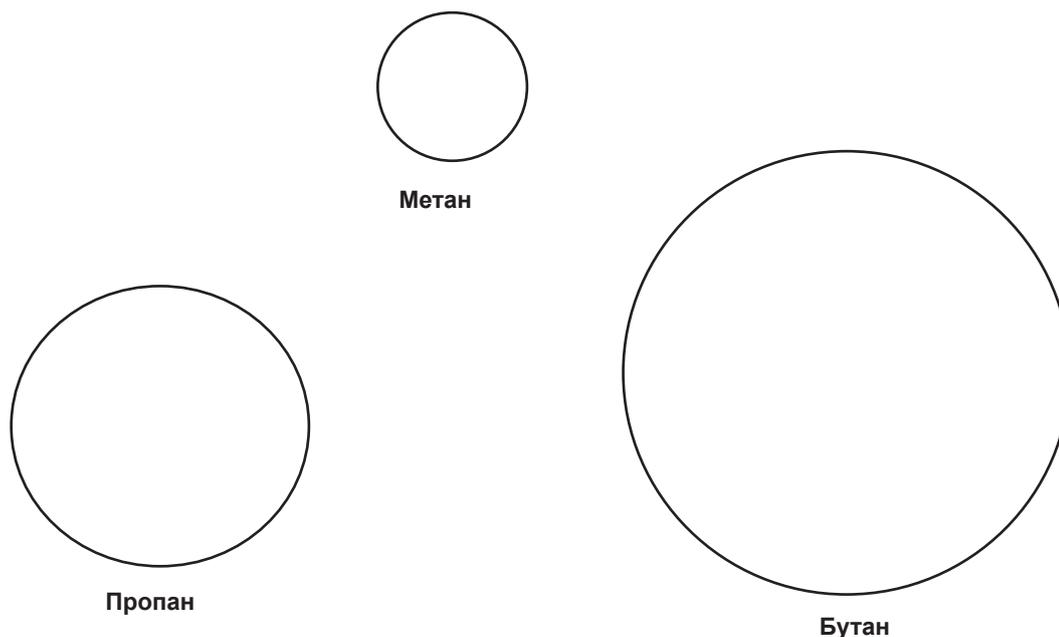
Основные принципы горения

Теплотворная способность газов

Теплотворная способность газового топлива определяется количеством теплоты, которое выделяется при полном сгорании одного кубического метра газа.

Теплотворная способность измеряется в Дж/м³ при нормальных условиях (барометрическое давление 1013 мбар, температура 15 °С).

Рисунок 2



Метан (природный газ) имеет теплотворную способность от 29 до 34 мегаджоулей/м³. Теплотворная способность пропана значительно выше, около 88 мегаджоулей/м³, а бутана — еще выше, примерно 116 мегаджоулей/м³. Данные значения являются средними, и многие системы СНГ (сжиженный нефтяной газ) работают на пропан-бутановой смеси. Теплотворная способность в таких системах находится в диапазоне между 88 и 116 мегаджоулей/м³.

Некоторые местные органы власти могут принять решение увеличить теплотворную способность используемого природного газа, добавляя небольшие объемы бутана и пропана, в периоды максимальной потребности в газе.

Таблица 4

Вид газового топлива	Теплотворная способность (мегаджоули/м ³)
Метан (природный газ)	29–34
Пропан	88
Бутан	116
Пропан-бутановая смесь	88–116

В некоторых случаях может потребоваться значение теплотворной способности определенного газового топлива. Например, это значение может понадобиться в уравнении для расчета расхода в системе. Значение теплотворной способности газового топлива на заданную

дату можно получить непосредственно у соответствующего поставщика или публичного ведомства. В их распоряжении есть калориметр, который определяет теплотворную способность газового топлива. Оценочного значения данной величины недостаточно для таких расчетов.

Горелка предварительного смешивания для установок Voyager

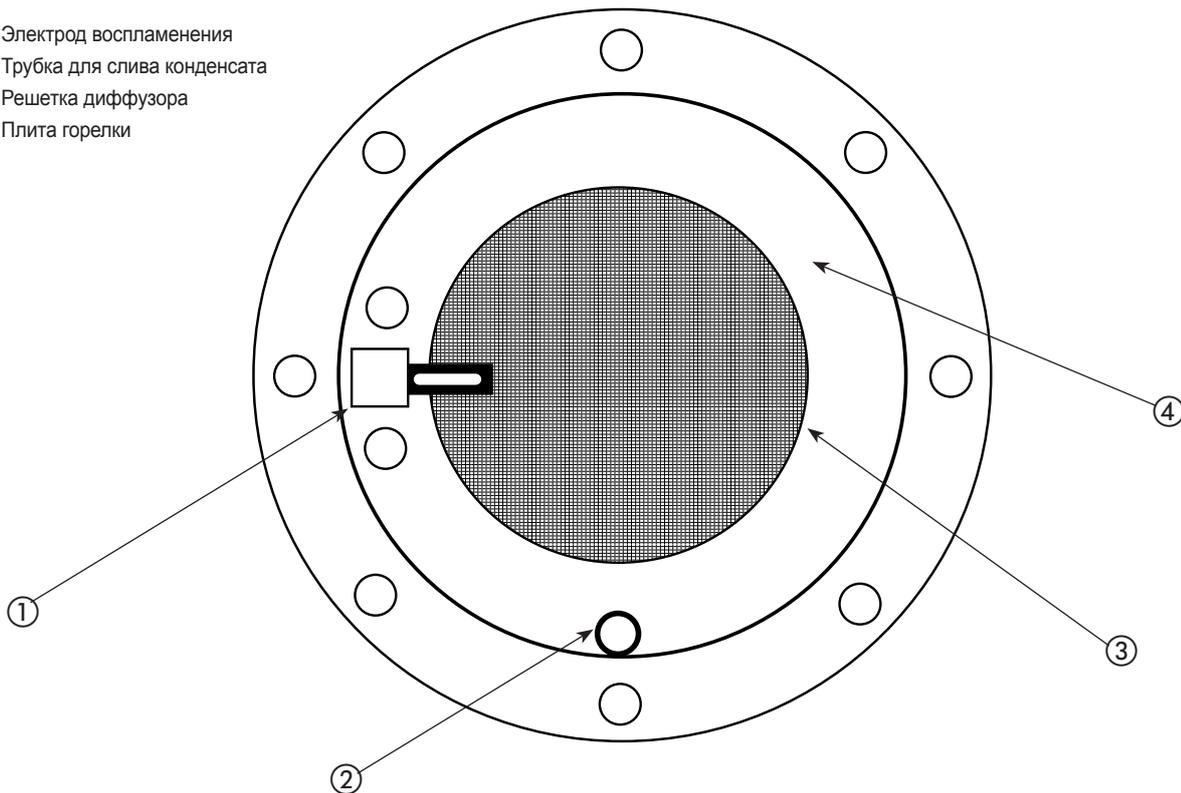
Реакция горения

На рисунке 3 показана плита горелки, вид изнутри. Здесь указано положение электрода воспламенения и его

близость к решетке диффузора горелки в центре узла.

Рисунок 3

- ① Электрод воспламенения
- ② Трубка для слива конденсата
- ③ Решетка диффузора
- ④ Плита горелки



Плита горелки состоит из нескольких основных элементов. Она выполнена из стали с покрытием на алюминиевой основе, а диффузор изготовлен из нержавеющей стали.

Он имеет, как правило, слегка выпуклую форму и гладкий на ощупь, как показано на рисунке 4. Трубка для слива конденсата также изготовлена из нержавеющей стали.

Рисунок 4



Электрод воспламенения с горячей поверхностью не является встроенной частью плиты горелки. Элемент, нагревающий электроды воспламенения, представляет собой тонкий слой перекристаллизованного карбида кремния, практически не пропускающего влагу.

Электрод воспламенения с горячей поверхностью представляет собой электрический нагревательный элемент под напряжением (115 В...), который также выступает в роли детектора пламени, когда переключатель модуля управления установлен на выпрямление тока в пламени. Такой тип обнаружения пламени называется «прямым обнаружением», в противоположность удаленному обнаружению, которое требует использования устройства воспламенения и детектора пламени.

Горелка предварительного смешивания для установок Voyager

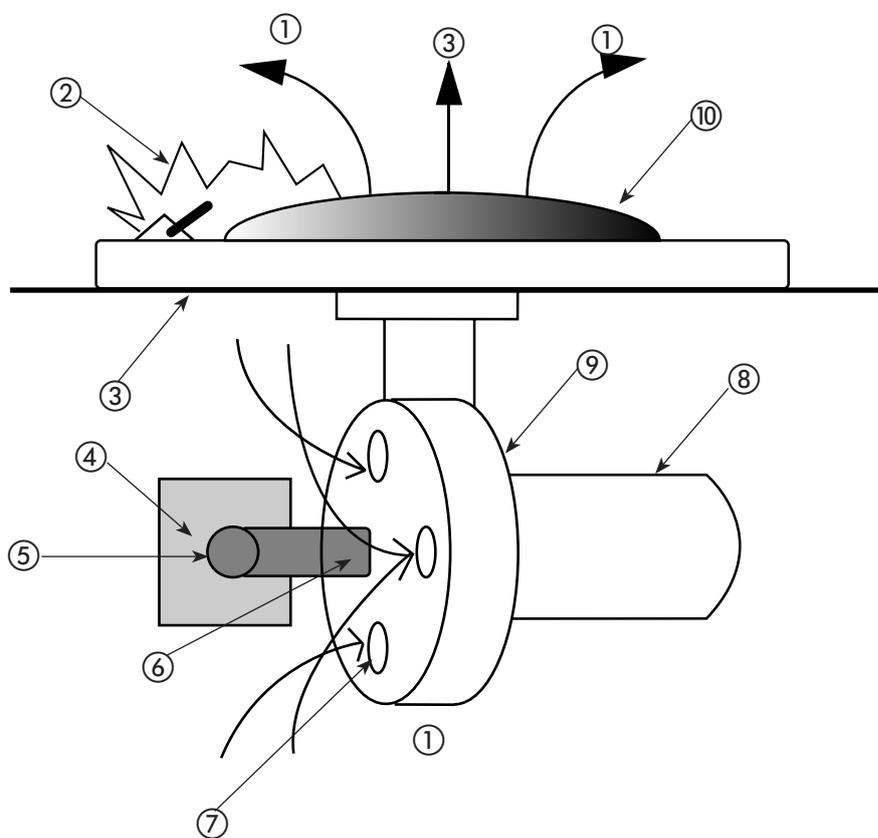
Реакция горения

Установка Voyager оборудована горелкой точного предварительного смешивания — технологией, совершенно отличной от принудительной конвекции или удаления дыма. Это горелка, которая полностью смешивает первичный воздух (используемый для реакции горения) с газовым топливом, а затем подает смесь через решетку диффузора. Когда начинается процесс воспламенения, двигатель вентилятора сгорания включается и модуль управления зажиганием (IGN) подает напряжение 115 В пер. т. на электрод воспламенения с горячей поверхностью.

Таким образом электрод предварительно разогревается в течение от 36 до 54 секунд до температуры 1100 °С (45 секунд для модели Fenwal 05-24).

Двигатель вентилятора сгорания является двигателем с постоянно включенным конденсатором с крайне высоким пусковым моментом, что делает его особенно эффективным для низкотемпературных запусков. Большинство других производителей используют двигатели с экранированным полюсом (они значительно дешевле), с низким пусковым моментом, которые испытывают трудности при низкотемпературных запусках.

Рисунок 5



- ① Воздух
- ② Электрод воспламенения
- ③ Плита горелки
- ④ Газовый клапан
- ⑤ Газовая трубка

- ⑥ Инжектор газа
- ⑦ Сетчатая пластина
- ⑧ Двигатель вентилятора сгорания
- ⑨ Вентилятор сгорания
- ⑩ Решетка диффузора

Воздух забирается через сетчатую пластину, расположенную на выпуске вентилятора сгорания, и затем проходит через камеру сгорания и трубку теплообменника, как показано на рисунке 5. Установкам Voyager не требуются устройства для регулировки расхода воздуха для горения, такие как лопастной переключатель, центробежный переключатель

или регулятор дифференциального давления. Расход воздуха для горения регулируется газовым клапаном давления разрежения. При активированном газовом клапане поток газа будет отсутствовать, если не будет отрицательного значения давления на выпуске газового клапана.

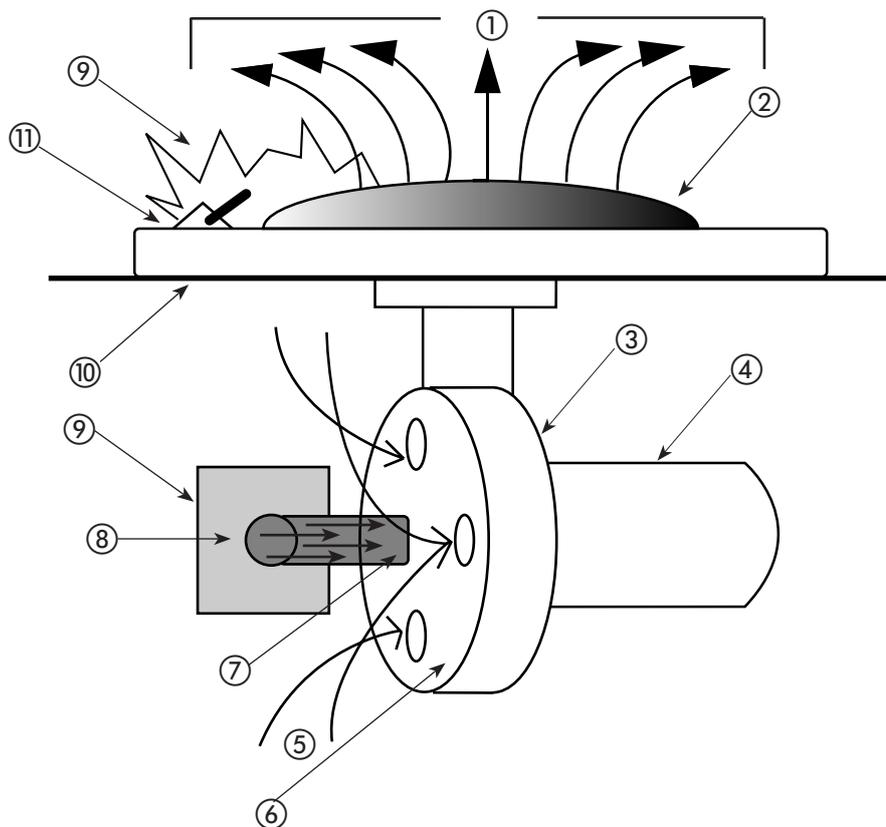
Горелка предварительного смешивания для установок Voyager

Реакция горения

После завершения предварительного нагрева электрода воспламенения газовый клапан давления разрежения активируется модулем управления зажиганием (UGN) для стандартной попытки воспламенения

продолжительностью 8,4 секунды. Воздух и газовое топливо смешиваются в вентиляторе сгорания и направляются через решетку диффузора.

Рисунок 6



- | | |
|----------------------------------|---|
| ① Горючая смесь | ⑦ Газовый инжектор |
| ② Решетка диффузора | ⑧ Поток газа через клапан и отверстие диафрагмы |
| ③ Вентилятор сгорания | ⑨ Газовый блок |
| ④ Двигатель вентилятора сгорания | ⑩ Плита горелки |
| ⑤ Воздух | ⑪ Электрод воспламенения |
| ⑥ Сетчатая пластина | |

Воспламенение должно произойти, когда горючая смесь проходит через электрод воспламенения, который остается разогретым до температуры 1100 °C во время попытки воспламенения, которая длится 8,4 секунды.

Если первая попытка была неудачной, IGN немедленно подготовится ко второй попытке воспламенения. IGN прекращает работу только после третьей попытки воспламенения.

IGN можно сбросить либо с помощью отсоединения установки, либо посредством выключения и повторного включения термостата. Третий метод состоит в задании значения температуры ниже температуры окружающего воздуха, что сделает возможным удаленный сброс с помощью системы автоматизации здания (BAS). Если модуль воспламенения не будет сброшен вручную, автоматический сброс будет выполнен через 72 минуты. Это не относится к модели Fenwal 05-24 (предыдущая версия модуля IGN), которую нужно сбрасывать вручную.

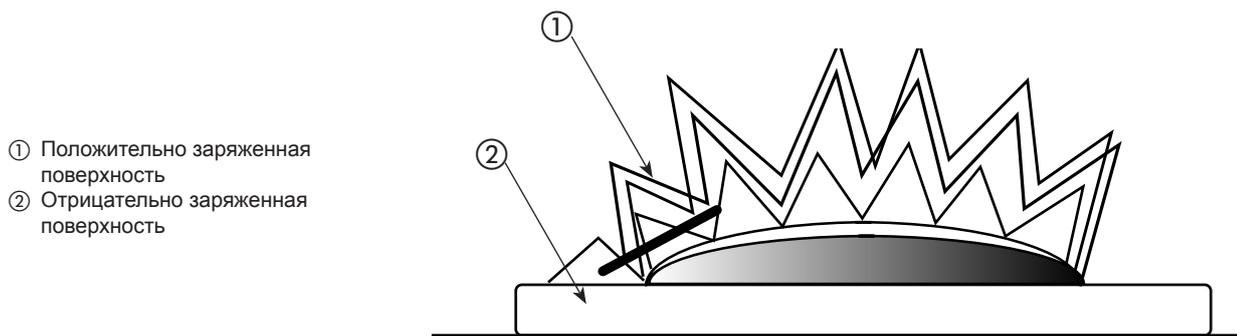
Горелка предварительного смешивания для установок Voyager

Реакция горения

После попытки воспламенения, которая длится 8,4 секунды, IGN прекращает подачу напряжения (115 В) на электрод воспламенения. Низковольтный сигнал

переменного тока подается на устройство воспламенения, оно становится детектором пламени и проверяет наличие пламени (благодаря проводимости).

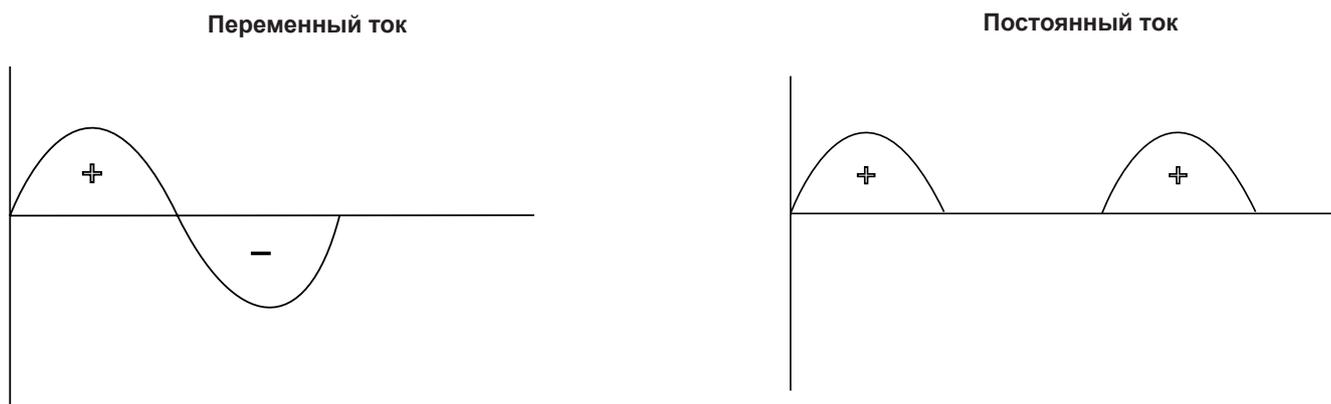
Рисунок 7



Данный тип обнаружения пламени известен как выпрямление тока в пламени. За счет пламени создается электропроводность между двумя поверхностями (электрода воспламенения и горелки), и пламя действует как выпрямитель, передавая только положительную часть сигнала переменного тока.

Большая из двух поверхностей (горелка) притягивает больше свободных электронов, поэтому приобретает отрицательный заряд. Ток протекает от положительно заряженной поверхности к отрицательно заряженной, он переносится пламенем.

Рисунок 8



Когда ток проходит через пламя, отрицательная часть синусоидальной кривой срезается (рис. 8), и получается постоянный ток.

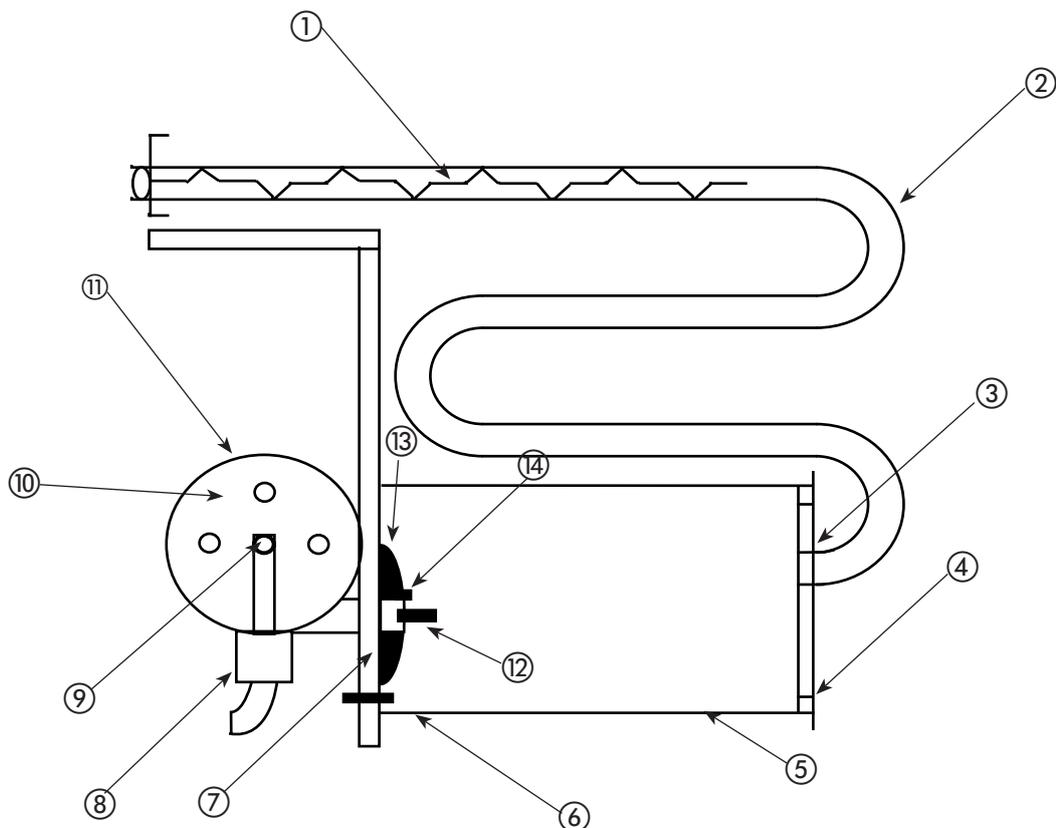
Контур обнаружения пламени модуля воспламенения (IGN) использует постоянный ток для питания внутреннего реле и поддержания основного газового клапана активированным для работы горелки, пока присутствует пламя.

Модули воспламенения (IGN) с выпрямлением тока в пламени крайне чувствительны к исчезновению пламени. Они реагируют на исчезновение пламени в течение 0,8 секунд. Если пламя гаснет, IGN повторит свой цикл и выполнит следующую попытку воспламенения (если это не происходит во время попытки воспламенения, которая длится 8,4 секунды).

Камера сгорания и трубка теплообменника Voyager

Детали и узел

Рисунок 9



- | | |
|---|---|
| ① Стальные турбулизаторы с покрытием на основе алюминия | ⑩ Сетчатые пластины |
| ② Стальные трубы с покрытием на основе алюминия | ⑪ Двигатель вентилятора сгорания |
| ③ Обжатая гильза из нержавеющей стали | ⑫ Датчик устройства воспламенения из перекристаллизованного карбида кремния |
| ④ Секции из нержавеющей стали | ⑬ Винт устройства зажигания, нержавеющая сталь |
| ⑤ Стальная камера сгорания с покрытием на основе алюминия | ⑭ Решетка диффузора, нержавеющая сталь |
| ⑥ Труба из нержавеющей стали для слива конденсата | |
| ⑦ Смотровое окно горелки Pyrex | |
| ⑧ Газовый клапан давления разрежения (газовый блок) | |
| ⑨ Газовый инжектор | |

Камера сгорания и трубка изготовлены из стали с покрытием на алюминиевой основе, они покрыты литым алюминием. Более пятидесяти лет сталь с покрытием на алюминиевой основе используется в отрасли как отличный материал для изготовления теплообменников. Этим она обязана своей устойчивости к коррозии и образованию накипи. Данный материал показал себя лидером в большинстве областей.

Компоненты, которые с наибольшей вероятностью будут подвергнуты чрезвычайному нагреву и воздействию конденсата, изготавливаются из нержавеющей стали для оптимизации сопротивления усталости и устойчивости к коррозии (труба для слива конденсата, винт электрода воспламенения, обжимная гильза, решетка диффузора, турбулизатор и прочие

сопутствующие металлические секции). Смотровое окно Pyrex служит для контроля работы горелки и ее пламени.

Газ в горелку подается через одиночный впуск. Расход топливного газа регулируется посредством газового клапана давления разрежения $-0,5$ мбар. Для перехода от природного газа на СНГ достаточно сменить элементы впуска газа (инжектор и ограничитель). Эта операция должна выполняться только на заводе.

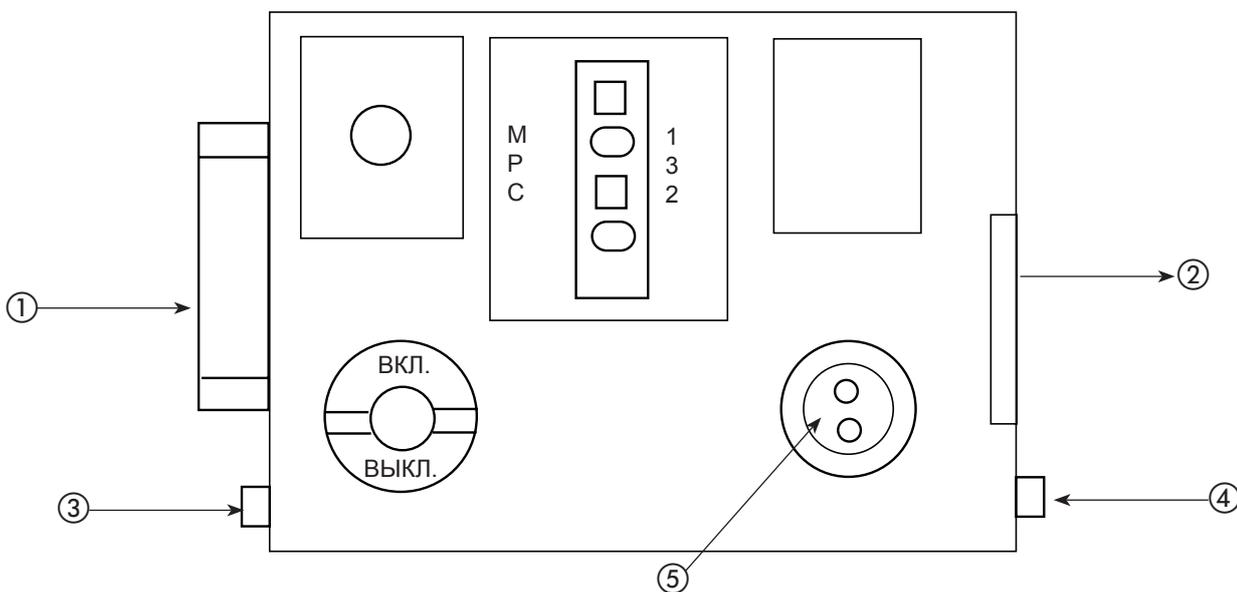
Давление на впуске и выпуске газовой установки

Измерение и регулировка давления газа

Крышные установки Voyager оборудованы клапаном давления разрежения. Данная концепция неизвестна в отрасли, но и не является стандартной. Однако она дает возможность уменьшить количество детекторов воздуха для горения, таких как центробежные выключатели, лопастные выключатели и регуляторы дифференциального давления, известных как источники проблем в эксплуатации.

Согласно данному принципу работы, без всасывания на выпуске газового клапана не будет расхода газа. Выпуск газового клапана присоединен к впуску двигателя вентилятора сгорания, который создает давление разрежения (всасывания) на выпуске газового клапана. Как следствие, в случае отказа двигателя вентилятора расхода газа не будет даже при включенном клапане.

Рисунок 10



- ① Впуск
- ② Выпуск
- ③ Измерительный патрубок для контроля минимального давления газа.

- ④ Выпускной патрубок, диаметр 9 мм
- ⑤ Крышка винта регулировки давления газа

Давление на впуске должно регулироваться газовым расширительным клапаном, который должен быть установлен и отрегулирован монтажником.

Давление подачи природного газа должно составлять 20 мбар для G20 (H) и 25 мбар для G25 (L). Данные значения давления не должны превышать 35 мбар.

Система контроля минимального давления газа имеет заводскую установку 15 мбар.

Давление подачи пропана должно составлять 31 мбар или 50 мбар для G31. Однако необходимо установить давление после ограничителя равным 25 мбар, максимум 35 мбар.

Примечание. Минимальное рабочее давление пропана составляет 20 мбар. Диапазон рабочего давления пропана составляет, как следствие, от 20 до 35 мбар.

Давление на выпуске газового блока, измеряемое у патрубка, устанавливается равным $-0,5$ мбар с допуском $-0,4 / 0$ мбар (итоговый диапазон давления составляет от $-0,5$ мбар до $-0,9$ мбар). Эта настройка также действительна для природного газа и СНГ. Давление на выпуске газового блока может измеряться с помощью механического или цифрового манометра, а также с помощью U-образной трубки.

Если давление на выпуске газового блока нужно отрегулировать, понадобятся штифтовый ключ, захват для пружинных колец или пара любых острых предметов. Настройку можно выполнить с помощью плоской отвертки. Для повышения давления на выпуске газового блока и обогащения смеси поверните винт по часовой стрелке. Для уменьшения этого давления (в отрицательном направлении, ближе к значению $-0,9$ мбар) и обеднения смеси поверните винт против часовой стрелки.

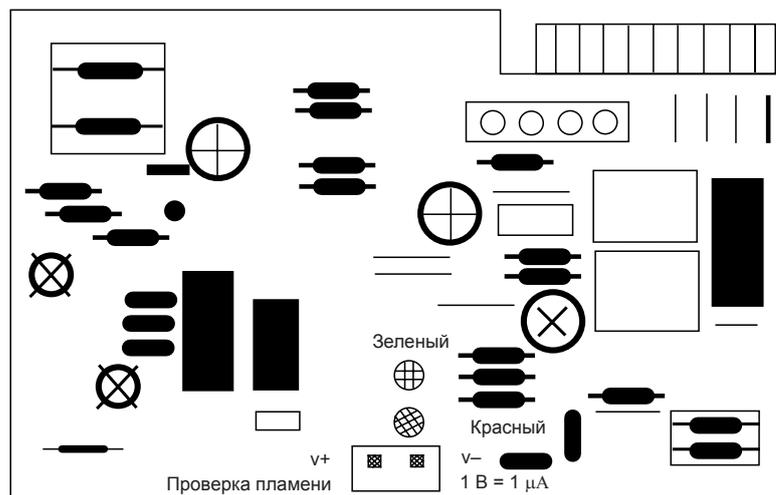
Ток пламени

Измерение тока пламени с помощью различных модулей управления

Метод измерения тока пламени, формируемого выпрямительными свойствами пламени, (обнаружение пламени) с помощью модуля управления воспламенением (IGN) Texas Instruments очень прост. Измеряя напряжение постоянного тока на двух контактах модуля, возможно

получить интенсивность, так как напряжение 1 В пост. т. соответствует интенсивности 1 мкА. Рядом с контактами находится надпись «Flame Check» [Проверка пламени].

Рисунок 11

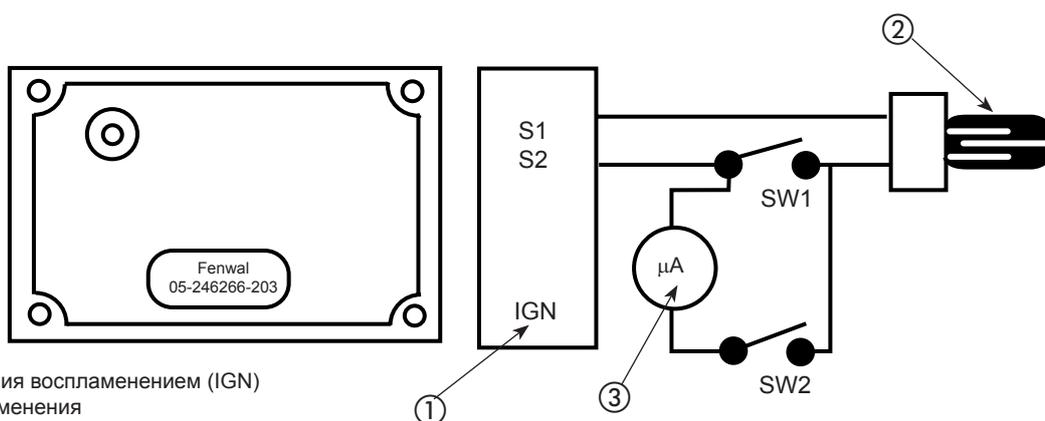


Сигнал обнаружения пламени должен составлять не менее 1 мкА, погрешность 5%. Как правило, номинальный ток пламени составляет от 2 до 8 мкА пост. т.

На предыдущей модели, модуле управления Fenwal 05-24, было необходимо использовать другой метод измерения тока пламени. Рекомендовалось использовать токовый адаптер (№ 05-080223-001 по каталогу Fenwal,

№ ADP-0229 для секции Trane), назначением которого была изоляция устройства измерения тока пламени (микроамперметра) от сетевого напряжения электрода воспламенения (напряжение во время предварительного нагрева горелки). Когда модуль воспламенения находится в режиме обнаружения пламени, адаптер подключает устройство измерения тока пламени к цепи.

Рисунок 12



В отсутствие адаптера два переключателя могут использоваться для включения микроамперметра в контур и выключения из него. Для измерения тока пламени соберите схему, показанную на рисунке 12, разомкните переключатель SW2 (I2), замкните переключатель SW1 (I1) и запустите рабочий цикл. Примерно через 1 минуту (если воспламенение

было выполнено) замкните переключатель SW2 и разомкните SW1. Требуется минимальный сигнал обнаружения пламени 5,0 мкА пост. т., погрешность 5%. Ток обнаружения пламени Fenwal составляет, как правило, от 8 до 16 мкА пост. т.

Диагностика с помощью модуля управления воспламенением

Поиск неисправностей с помощью модуля управления воспламенением (IGN) Texas Instruments

Красный и зеленый светодиоды на модуле управления воспламенением Texas Instruments предоставляют важные сведения для устранения неисправностей.

Рисунок 13

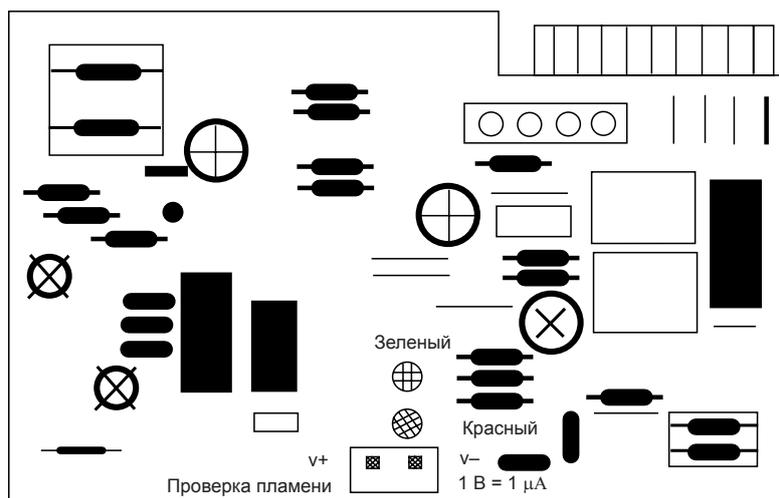


Таблица 5

Поломка или состояние	Зеленый светодиод	Красный светодиод
Включение без запроса на нагрев	выкл.	выкл.
Запрос на нагрев, без поломки	мигает (1)	выкл.
Блокировка после сигнала отсутствия пламени	выкл.	мигает (1)
Сигнал пламени отсутствует после попытки зажигания или пропадание сигнала во время попытки воспламенения.	выкл. (2)	мигает (2)
Неверная установка газового клапана или наличие сигнала пламени во время запроса на нагрев	вкл.	мигает (1)
Отказ платы IGN (в любое время)	выкл.	вкл.

ПОМНИТЕ!

1. Мигает один раз в секунду.
2. После каждой новой попытки воспламенения красный светодиод мигает в течение 5 секунд, одновременно с зеленым.

Если модуль управления воспламенением (IGN) прекращает работу из-за ошибки сигнала пламени, двигатель вентилятора сгорания продолжит работу при условии сохранения запроса на нагрев.

Для сброса модуля управления отключите агрегат или отмените и повторно подайте запрос на нагрев, выключив и снова включив термостат. Другим методом

может быть установка температуры ниже температуры окружающей среды для проведения удаленного сброса с помощью системы автоматизации здания (BAS) или другой системы дистанционного управления. Если модуль воспламенения не будет сброшен вручную, автоматический сброс будет выполнен через 72 минуты.

Диагностика проблем сгорания

Определение проблем с давлением газа

В случае проблемы сгорания, которая может указывать на проблему с давлением газа, причину легко определить путем измерения давления газа на впуске и выпуске.

Перед попыткой выявления проблемы необходимо сделать несколько предварительных измерений. Начните с измерения статического впускного давления на входе газового блока. Под «статическим» понимается то, что измерение выполняется при поданном на клапан питании. Занесите значение в предоставленное поле.

Давление на впуске (на входе в газовый блок)

мбар

Когда измерено статическое давление на впуске (на входе газового блока), необходимо провести измерение при газовом потоке. Для этого включите запрос на нагрев

и снимите показания после подачи питания на газовый клапан и двигатель вентилятора. Занесите данные в предоставленное поле.

Давление потока газа на впуске (на входе в газовый блок)

мбар

Затем измерьте значение давления на выпуске (на выходе из газового блока). Перед подачей питания на газовый клапан давление разрежения, вызванное вентилятором сгорания, должно находиться в диапазоне от

-2 до -8 мбар. См. характеристики газа соответствующей модели. Давление всасывания вентилятора необходимо измерить и занести в предоставленное поле.

Давление разрежения вентилятора сгорания на выпуске (на выходе из газового блока)

мбар

После измерения давления разрежения вентилятора сгорания снаружи необходимо измерить давление на выпуске, сразу после него (на выходе из газового блока). Это давление должно находиться в диапазоне от (-0,5 + 0) до (-0,5 - 0,4) мбар (то есть между -0,9 и -0,5 мбар). Если

установить давление на выпуске в данном диапазоне невозможно, необходимо измерить давление на впуске. Запишите давление на выпуске в предоставленное поле.

Значение давления на выпуске (на выходе из газового блока)

мбар

Если система подачи газа правильно откалибрована, разность между давлением на входе и давлением потока газа в рабочем режиме должна быть пренебрежимо малой (не более 2 мбар).

Чрезмерное падение давления (10 мбар и более) указывает на то, что система распределения газа на входе устройства работает неправильно. Проблема с расходом может быть вызвана несколькими факторами: трубы слишком малого размера, слишком маленький расширительный газовый клапан или несоответствующая подача газа.

Диагностика проблем сгорания

Определение проблем с давлением газа

Таблица 6

Значение всасывания на выходе из газового блока	Давление на выходе из газового блока (высокая скорость)	Значение статического давления на впуске (на входе блока) (блок на холостом ходу)	Значение давления на впуске потока газа (при работе блока)	Дополнительные проверки и решения
Нормальное	Ниже –0,9 мбар (максимально возможная установка)	Нормальное	Избыточный перепад, 10 мбар и более	Подающие газопроводы не соответствуют
Нормальное	Ниже –0,9 мбар (максимально возможная установка)	Нормальное	Нормальное, в диапазоне 20–35 мбар	Забивание газового клапана, очистите или замените клапан
Нормальное	Нормальное, в диапазоне от –0,5 до –0,9 мбар	Нормальное	Нормальное, в диапазоне 20–35 мбар	Забивание между газовым блоком и инжектором
Нормальное	Выше –0,5 мбар (минимальная возможная установка)	Нормальное	Нормальное, в диапазоне 20–35 мбар	Неисправность диафрагмы и регулятора газового клапана
Низкое	Нормальное, в диапазоне от –0,5 до –0,9 мбар	Нормальное	Нормальное, в диапазоне 20–35 мбар	Избыточное протекание вокруг сетчатой пластины
Высокое	Нормальное, в диапазоне от –0,5 до –0,9 мбар	Нормальное	Нормальное, в диапазоне 20–35 мбар	Забивание сетчатой пластины

С помощью таблицы 6 можно выполнить диагностику и определить проблемы с давлением отработавших газов (при наличии проблем).

Некоторые такие проблемы можно определить по шумам, издаваемым горелкой. Если шумы зажигания похожи на лай собаки, это означает, что горючая смесь слишком обедненная. Нестабильное давление на выходе из газового блока может указывать на эту же проблему. Регулятор газового клапана реагирует на избыток давления при выполнении воспламенения путем немедленного закрытия в ответ на повышенное давление и полного открытия в ответ на пониженное (и т. д.). В данном примере необходимо определить, была ли настройка управления газового клапана установлена на слишком низкое значение или присутствует забивание или засор.

Еще один симптом проблем со сгоранием, связанных с давлением газа, известен как «визг горелки». Это крайне

высокий свист или визг, издаваемый горелкой, который означает, что пламя в горелке слишком большое. Этот избыток пламени может быть вызван следующим.

1. Регулятор газового клапана установлен на слишком высокое давление.
2. Установка неподходящего газового инжектора (слишком большого).
3. Забитая сетчатая пластина.

Если пламя слишком большое, оно будет перемещаться к решетке диффузора. Когда это происходит, через отверстия сетчатой пластины раздается свистящий звук. Если данная проблема не исчезает, в краткосрочной перспективе она представляет опасность повреждения решетки диффузора внутри горелки.

Диагностика проблем сгорания

Анализ отработавших газов

Для определения типа сгорания (полное или неполное) у большинства горелок необходимо проанализировать отработавшие газы, чтобы скорректировать первичный расход воздуха. Для горелок в установках Voyager это не требуется.

Однако рекомендуется исследовать отработавшие газы в трубах горелки для обнаружения неполного сгорания. Если сгорание неполное, см. стр. 15.

Таблица 7

Увеличение температуры отработавших газов по сравнению с температурой окружающего воздуха	% CO ₂ в отработавших газах. Природный газ	% CO ₂ в отработавших газах. СНГ
180–316 °C	7,8–9,5 % CO ₂	9,5–11,0 % CO ₂

ПОМНИТЕ! Температура отработавших газов и процентное содержание в них CO₂, указанные в таблице 20, определяются многочисленными факторами (наружная температура, высота над уровнем моря, теплотворная способность газа, производительность и конструкция теплообменника, расход воздуха в системе, соотношение воздуха и топлива и др.).

Факторы, влияющие на повышение температуры отработавших газов

Температура наружного воздуха. Температура наружного воздуха влияет на температуру отработавших газов на выпуске горелки. Если наружная температура по сухому термометру падает, удельный объем уменьшается. Это тот объем, который воздушно-паровая смесь занимала бы, если бы ее масса после удаления всего пара составляла 1 кг.

Например, удельный объем при 12 °C (по сухому термометру) составляет 0,812 м³/кг, а при -9 °C — 0,750 м³/кг, относительная влажность в обоих случаях равна 50 %. Как следствие, снижение удельного объема приводит к росту массового расхода, что, в свою очередь, увеличивает всасывание вентилятором сгорания, его мощность и повышение температуры отработавших газов при низких температурах наружного воздуха.

Высота над уровнем моря. Повышение высоты приводит к увеличению удельного объема. Это приводит к снижению массового расхода, всасывания вентилятором сгорания, мощности горелки и повышению температуры в дымоходе. Горелка Voyager с предварительным смешиванием автоматически компенсирует пропорции на большой высоте.

Теплотворная способность газа. Повышение температуры отработавшего газа непосредственно связано с теплотворной способностью используемого газа. Уменьшение теплотворной способности используемого газа приведет к снижению температуры отработавших газов.

Конструкция и производительность теплообменника. Эти два фактора могут повлиять на повышение температуры отработавших газов. Обычно (но не всегда) повышение температуры отработавших газов происходит пропорционально увеличению расхода на впуске горелки.

Диагностика проблем сгорания

Анализ отработавших газов

Расход воздуха в системе. Расход воздуха в системе воздухопроводов непосредственно влияет на повышение температуры отработавших газов. Повышение температуры увеличивается по мере уменьшения расхода воздуха в системе воздухопроводов. Этот факт можно объяснить уменьшением количества теплоты, передаваемого с поверхности теплообменника в окружающий воздух. По аналогии, повышение температуры отработавших газов снижается с увеличением расхода воздуха в системе.

Различные факторы влияют на содержание CO₂ в газе (% CO₂)

Избыток топлива. В этом случае (т. н. «чрезмерно обогащенная смесь») уровень CO₂ в отработавших газах будет выше.

Недостаток воздуха для горения. При недостатке воздуха для горения (смесь чрезмерно обогащенная) уровень CO₂ в отработавших газах будет выше.

Недостаток топлива. При недостатке топлива уровни CO₂ будут ниже.

Избыток воздуха. В этом случае уровни CO₂, присутствующего в отработавших газах, будут ниже.

Различные факторы, влияющие на содержание O₂ в газе (% O₂)

Несмотря на то, что опубликованные данные о содержании O₂ в отработавших газах установок Voyager отсутствуют, этот уровень обычно составляет около 1,5 % O₂. Уровни O₂ (кислорода) и CO₂ (углекислого газа) изменяются в обратной пропорциональности, т. е. уровень CO₂ повышается по мере понижения уровня O₂, и наоборот.

Избыток топлива. При избытке топлива (чрезмерно обогащенная смесь) уровень O₂ в отработавших газах составляет менее 1,5 %.

Недостаток воздуха для горения. При недостатке воздуха (чрезмерно обогащенная смесь) содержание O₂ в смеси будет менее 1,5 %.

Недостаток топлива. При недостатке топлива (чрезмерно обедненная смесь) содержание O₂ в выхлопных газах будет более 7,5 %.

Избыток воздуха. В этом случае (чрезмерно обедненная смесь) содержание O₂ в выхлопных газах будет более 7,5 %. Для определения проблем сгорания после анализа выхлопных газов можно воспользоваться таблицей устранения неисправностей (таблица 8).

На содержание CO влияют различные факторы.

Уровень CO, измеренный на выпуске отработавшего газа, не должен превышать 50 част./млн.

Уровни CO и O₂ изменяются в обратной пропорциональности, т. е. с повышением уровня CO уровень O₂ падает, и наоборот.

Таблица 8

Содержание в отработавших газах CO ₂ и O ₂ (в %)	Воздух для горения	Газовое топливо
Высокое содержание CO ₂ или низкое содержание O ₂ , слишком большое отверстие диафрагмы газа	Сетчатая пластина слишком мала или забита	Газовая смесь слишком обогащенная. Неверно подобранная диафрагма газа (отверстие слишком большое) или диафрагма газа отсутствует.
Низкое процентное содержание CO ₂ или высокое содержание O ₂	Утечки вокруг сетчатой пластины (слишком крупные отверстия)	Газовая трубка слишком маленькая или забита. Газовая смесь слишком обедненная. Неверно подобранная диафрагма газа (отверстие слишком маленькое).

Запахи газов и отработавших газов

Выявление утечек

Даже если газы или отработавшие газы попадают в зону с кондиционированным воздухом, они безопасны ввиду своей низкой концентрации. Однако их присутствие легко обнаруживается и вызывает дискомфорт. Необходимо проявлять бдительность и сообщать о любых таких событиях, чтобы немедленно тщательно проанализировать ситуацию и убедиться в отсутствии опасности. Необходимо выработать методический подход для определения источника запаха и решения проблемы.

Основные причины проникновения газов и отработавших газов.

Забор чистого воздуха снаружи. Дефлекторы свежего воздуха, заслонки, экономайзеры и другие устройства вентиляции зданий предоставляют потенциальный доступ в зону кондиционированного воздуха для запахов газа и отработавших газов. Чтобы узнать, какой элемент пропускает газы и отработавшие газы, необходимо по очереди закрывать устройства. Когда соответствующее устройство будет определено, его необходимо изолировать от источника газа или отработавших газов. В некоторых случаях расширение дымохода может решить проблему. Обратитесь в местное представительство по продажам компании Trane.

Проникновение в корпус. При просачивании газа в систему воздуховодов следует проверить следующие устройства.

Осмотр отсека горелки

ПОМНИТЕ! Если газ или отработавшие газы проходят в отсек горелки, возможно проникновение их в зону кондиционирования, так как левая разделительная панель данного отсека отделяет его от секции разряжения нагнетательного вентилятора.

Смотровое окно. Если смотровое стекло Pугех справа от фланца узла двигателя вентилятора сгорания отсутствует, газ и отработавшие газы могут попасть в отсек горелки.

Уплотнение электрода воспламенения. Если уплотнение электрода воспламенения отсутствует, повреждено или винты электрода воспламенения ослаблены, проникновение газа или отработавших газов в отсек горелки упрощается.

Уплотнение плиты горелки. Если уплотнение плиты горелки повреждено или винты ослаблены, проникновение газа или отработавших газов в отсек горелки упрощается.

Уплотнение сетчатой пластины. Если уплотнение сетчатой пластины установлено неправильно, проникновение газа или отработавших газов в отсек горелки упрощается.

Подающий коллектор. Другие секции подающего коллектора необходимо проверить и убедиться в том, что утечки в отсек горелки не слишком сильные. **ПОМНИТЕ!** См. T50 IM 002

Осмотр теплообменника.

Теплообменник необходимо осмотреть на предмет утечек путем снятия верхней панели (для горизонтальных моделей) или большой панели с противоположной стороны, предназначенной для доступа к устройству с целью ремонта. Чтобы убедиться в том, что цилиндры и трубки находятся в хорошем состоянии, необходимо провести визуальную проверку. Также необходимо осмотреть коллекторную сторону теплообменника. Именно в трубки с этой стороны теплообменника поступают отработавшие газы из цилиндра. Необходимо проверить уплотнение и болты, закрепляющие коллектор к цилиндру и убедиться в том, что имеются и плотно затянуты все болты.

Основные причины отказов теплообменников

Анализ отказов теплообменников

Распределение воздуха. Выделение тепла во время сгорания внутри теплообменника крайне интенсивно, и температура часто достигает значения 400 °С. Если это тепло не будет отведено, теплообменник может перегреться.

Основными причинами отказов теплообменника являются недостаточный расход воздуха и плохое распределение воздуха. Достаточный объем воздуха должен проходить через теплообменник для предотвращения перегрева, и все поверхности и секции теплообменника должны располагаться в потоке нагнетаемого воздуха.

Однако если пламя попадает на элементы теплообменника, возникают особо высокие поверхностные температуры, что очень быстро приводит к поломке.

Избыточное пламя (чрезмерная мощность). Если на теплообменник действует более сильное пламя, чем то, на которое он рассчитан, в металле возникают чрезмерные напряжения, которые быстро приводят к поломке теплообменника. Это происходит, когда давление на выходе из газового блока слишком высокое или когда инжектор газа слишком большой.

Несмотря на то, что управляющие устройства способны предупреждать о возникновении опасных ситуаций из-за избытка пламени, они не могут защитить теплообменник от постоянного воздействия чрезмерного тепла.

Конденсация пара продуктов сгорания. Пар является естественным продуктом сгорания. Если пар конденсируется на теплообменнике, не защищенном от этого, теплообменник подвергается воздействию коррозии и со временем выйдет из строя.

При сжигании 3000 м³ газа образуется около 4 литров воды. Этот объем воды может образоваться за один час работы 41-киловаттной горелки (типоразмер 205).

Загрязненный процессом сгорания воздух. Если большие объемы содержащих хлор паров попадают в поток воздуха для горения, произойдет преждевременная серьезная поломка. Когда пары хлорированных углеводородов сгорают, образуется соляная кислота, вызывающая быструю коррозию. Конденсация пара продуктов сгорания также связана с процессом сгорания. Данный тип коррозии воздействует на внутреннюю поверхность (сторону отработавшего газа) теплообменника. Это накопительная коррозия, которая, судя по всему, не определяется минимальной концентрацией хлора. Однако предполагается, что установки, подверженные воздействию более высоких концентраций, будут быстрее повреждены коррозией.

Некоторые виды обычных веществ содержат хлорированные углеводороды: вяжущие вещества, растворы для удаления краски, средства обезжиривания (растворители), жидкости для химической чистки, химические вещества для водоподготовки, краски и чернила, галогеновые хладагенты, парообразователи и пр.

Поэтому в определенных областях необходимо соблюдать осторожность ввиду возможности поломки теплообменника. К таким областям относятся салоны красоты, заводы, химчистки, технологические установки по работе с пластмассами, использующие ПВХ, плавательные бассейны, установки для обработки воды и пр.

Компоненты систем зажигания и сгорания

Данные компонентов

Таблица 9

Описание компонента	Данные о производителе	Электрические параметры	Механические параметры	Ссылки на каталог запасных частей Trane
Электрод воспламенения, плоская пластина	Norton 231T	102–132 В пер. т. 40–150 Ом (охлаждение) 3,0–3,55 А	Перекристаллизованный карбид кремния 1100–1600 °С	KIT-3033
Круглый двойной спиральный электрод воспламенения	Carborundum	102–137 В пер. т. 50–500 Ом (охлаждение) 2,55–3,25 А	Двойной спиральный, карбид кремния 1100–1650 °С	KIT 3033 в KIT 3033
Модуль управления воспламенением с горячей поверхностью (IGN)	Texas Instruments модель ZHS-1	18–30 В пер. т. 2,4 ВА в режиме ожидания 2,4 ВА в режиме нагрева	Максимальные нагрузки: воспламенители — 5 А, клапаны — 1,5 А	KIT 3308
Модуль управления зажиганием с горячей поверхностью (IGN)	Kidde - Fenwal, модель 05 - 246226 - 203	18–30 В пер. т. 0 ВА в режиме ожидания 2,4 ВА в режиме нагрева	Максимальные нагрузки: воспламенитель — 6 А, клапаны 0,6 А	NLA KIT 3308
Газовые клапаны давления разрежения	White Rodgers, модель 36E66 - 301	24 В пер. т., ном. ток 0,3 А	1/2" впуск, 3/4" выпуск, 14 NPT	VAL 4810
Газовые клапаны давления разрежения	White Rodgers, модели 36D24-301 и 36D24-401	24 В пер. т., ном. ток 0,6 А	1/2" впуск (301), 3/4" впуск (401), 3/4" выпуск (оба), 14 NPT	(301) VAL-3842 (401) CNT-1221
Двигатель вентилятора сгорания 26 и 41 кВт	Industries Fasco, модель 7162-3969 с двумя скоростями	208–230 В пер. т., 0,60 FLA (ток полной нагрузки), конденсатор 6 мкФ на 440 В пер. т.	2500/300 об./мин., 36 кВт = 43 м ³ /ч., 41 кВт = 58 м ³ /ч.	KIT-2589
Двигатель вентилятора сгорания 49 кВт	Industries Fasco, модель 7162-3971	208–230 В пер. т., 0,50 FLA (ток полной нагрузки), конденсатор 6 мкФ на 440 В пер. т.	2170/3000 об./мин., 49 кВт = 76 м ³ /ч.	KIT 2590
Двигатель вентилятора сгорания 71 и 77 кВт	Industries Fasco, модель 7162-3972	208–230 В пер. т., 060 FLA (ток полной нагрузки), конденсатор 5 мкФ на 440 В пер. т.	2300/2900 об./мин., 71 кВт = 98 м ³ /ч., 77 кВт = 113 м ³ /ч.	KIT 2591

Для заметок

Примечания

Примечания

Рекомендации по технике безопасности

Во избежание несчастных случаев и аварий во время выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту следует соблюдать приведенные ниже рекомендации.

1. Максимально допустимые величины давления при проверке на утечку на сторонах низкого и высокого давления приведены в главе «Монтаж». Всегда устанавливайте регулятор давления.
2. Перед проведением каких-либо работ по ремонту агрегата необходимо отключить электропитание.
3. К работам по обслуживанию холодильной и электрической систем допускаются только квалифицированные и опытные специалисты.

Контракт на техническое обслуживание

Настоятельно рекомендуем подписать контракт на техническое обслуживание с нашим сервисным агентством. Данный контракт позволит проводить регулярное техническое обслуживание вашей установки специалистом по данному оборудованию. Регулярное техническое обслуживание обеспечивает своевременное обнаружение и устранение любых неисправностей и сводит к минимуму вероятность причинения серьезного ущерба.

В конечном счете регулярное техническое обслуживание позволит обеспечить максимальный срок службы вашего оборудования. Напоминаем вам, что отказ от следования данным инструкциям по установке и эксплуатации может повлечь немедленное прекращение действия гарантии.

Обучение

Оборудование, описанное в данном руководстве, является результатом многолетних исследований и непрерывного совершенствования. Чтобы помочь вам использовать оборудование наиболее эффективно и поддерживать его в отличном рабочем состоянии в течение длительного времени, разработчик организует для вас школу по обслуживанию холодильного и кондиционерного оборудования.

Основной ее целью является передача операторам и специалистам по техническому обслуживанию более полных знаний об оборудовании, которое они используют или за которое отвечают. Первостепенное внимание уделено важности периодических проверок рабочих параметров агрегата, а также профилактическому обслуживанию, что снижает эксплуатационные расходы агрегата, устраняя причины серьезных и дорогостоящих поломок.

Изготовитель непрерывно совершенствует выпускаемые им изделия, поэтому он сохраняет за собой право изменять любые элементы этих изделий в любое время и без предварительного уведомления. Данная публикация представляет собой общее руководство по установке, эксплуатации и правильному техническому обслуживанию продукции компании. Содержащаяся в ней информация может отличаться от технических требований, предъявляемых в конкретной стране или оговоренных в конкретном заказе. В этом случае следует обратиться в ближайший офис компании.

За дополнительными сведениями обращайтесь:

Штамп дистрибьютора или фирмы, производившей установку

Все права защищены. Ни одна часть данной публикации не может быть воспроизведена или передана в любой форме и любыми средствами без письменного разрешения разработчика.

T50 UG 001 E — 0698•
Новый

