



## 1. ЦЕЛЬ

Эта спецификация продукта определяет условия, которым должен удовлетворять газ, чтобы быть использованным как топливо в газовых двигателях GUASCOR. **Каждый параметр или компонент, не удовлетворяющий этой спецификации, необходимо обсудить и получить разрешение на использование у компании «GUASCOR», иначе «GUASCOR» не возьмет на себя ответственность за возникшие неполадки.**

## 2. ГАЗЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА

Газообразные топлива, используемые в двигателях внутреннего сгорания, доступны в большом разнообразии составов и условий поставки, которые влияют на конфигурацию, исполнение, продолжительность жизни и работу двигателя в большей или меньшей степени. Газообразные топлива, используемые в двигателях Guascor могут варьироваться от «сухого» природного газа до различных видов газов синтеза, следующих из термохимических процессов или анаэробного вываривания органических материй.

Во всех случаях, газ - смесь главных элементов, некоторого горючего и других инертных, и множества неосновных или с низкой концентрацией компонентов, которые могут однако играть важную роль для правильной работы двигателя, в то время как в количествах, превышающих указанные изготовителем пределы, они могли быть очень вредны.

Как следствие, необходимо оценить пригодность данного типа газа для его использования в двигателях внутреннего сгорания. Где нужно, газ должен быть очищен или отфильтрован, чтобы соответствовать спецификациям, требуемым для его использования в IC двигателях, для ограничения содержания коррозионных и абразивных компонентов в нем, чтобы гарантировать разумный срок службы двигателя.

В зависимости от типа элементов, которые нужно полностью или частично устранить из газа, чтобы приспособить их концентрацию к спецификациям, может использоваться одна из нескольких техник фильтрации. Компания «GUASCOR» не желает делать рекомендаций относительно любого из них, только должно выполняться условие: предельные значения, определенные в этом документе, будут выполнены. Однако, Guascor имеет опыт в этой области и может проконсультировать клиента, не принимая на себя никакой ответственности за эффективность или работу рекомендованного оборудования или систем. Любая такая ответственность возлагается непосредственно на поставщика системы.

### 2.1. ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ГАЗООБРАЗНЫХ ТОПЛИВ

Есть несколько основных параметров, которые нужно принять во внимание, определяя или выбирая питаемый газом двигатель. Те параметры, которые упомянуты ниже, могут быть вычислены исходя из результатов химического анализа топливной смеси:

**LHV (Низшая теплота сгорания):** Указывает на количество энергии, получаемой от единицы объема или массы газа. Единица измерения:  $\text{кДж/м}^3_{\text{норм.}}$  или  $\text{кДж/кг}$ .

**Метановое число:** Индикатор склонности к детонации газовой смеси. Чем выше метановое число, тем меньше склонность к детонации. Это - безразмерное число.

**Плотность:** Это - масса на объем единицы горючего газа. Она зависит от давления и температуры. Таким образом, для ее измерения обычно используются стандартизированные значения давления и температуры, а именно 101325 Па (1 атм) и 0°C. Единица измерения:  $\text{кг/м}^3_{\text{норм.}}$

**Стехиометрическое воздушно-топливное соотношение:** Указывает минимальное количество воздуха, необходимого для полного сгорания топливной газовой смеси. Это - безразмерная величина, представляющая отношение воздушных объемов или масс на единицу топливного газа.

### 3. АНАЛИЗ ТОПЛИВНОГО ГАЗА

Для характеристики газа, который используется в качестве топлива, необходимо выполнить его химический анализ. Такой анализ будет сделан сначала, чтобы выбрать тип требуемого двигателя и проверить соответствие газа спецификациям для его использования в качестве топлива. К тому же газовый анализ должен проводиться всякий раз, когда есть подозрения на наличие вредных элементов в газе, а также время от времени в качестве инсталляционного мониторинга.

#### 3.1. ЧАСТОТА ОТБОРА ПРОБ

Для всех указанных типов газа частота отбора проб будет определяться следующим образом:

**Проектная фаза:** По крайней мере, один полный анализ должен быть сделан для каждого применения.

**Фаза запуска:** В течение первого года анализ должен проводиться по крайней мере каждые шесть месяцев для природного газа, каждые три месяца для газа из органических отходов и газа вторичной переработки, и каждый месяц для газов, следующих из термохимических процессов.

**Операционная фаза:** Как только газовые свойства были определены как устойчивые (один год без относительных изменений), может быть установлена следующая минимальная программа анализа: один раз в год для природного газа, каждые шесть месяцев для газа из органических отходов и газа вторичной переработки, каждые три месяца для газа от термохимических процессов. Интервалы вышеупомянутой программы анализа могут быть увеличены, если видна стабильность поставляемого топливного газа.

#### 3.2. ЛАБОРАТОРИИ АНАЛИЗА.

Компания «Guascor» может дать информацию клиенту о наличии лабораторий, где можно сделать необходимый анализ газового состава.

В любом случае, компания «Guascor» оставляет за собой право выполнить его собственный анализ топливного газа.

### 4. ЗАГРЯЗНИТЕЛИ И ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА РАБОТУ ДВИГАТЕЛЯ

Топливные газовые загрязнители и факторы, затрагивающие работу двигателя, находятся в пределах этих категорий:

- **Значительные изменения в топливном газовом составе и условиях поставки.** В случае, если есть изменения в составе, давлении, температуре и влажности топливного газа, затрагивающие основные параметры спецификации газа (см. пункт 2.1), его следствием могут быть поломки двигателя или работа в условиях, являющихся нежелательными. Под значительными изменениями мы подразумеваем также те, которые являются в пределах топливных спецификаций, но отличаются на +/-5 % от проектной величины, данной изготовителем или условиями запуска двигателя. Небольшого регулирования время от времени будет достаточно, чтобы приспособить двигатель к новым условиям; но о любом изменении в состоянии поставляемого газа по вышеупомянутому пределу нужно сообщить изготовителю двигателя или штату обслуживания, который приедет, чтобы настроить двигатель по мере необходимости.
- **Загрязнители, которые вызывают абразивное изнашивание компонентов двигателя.** Они включают все вещества, содержащиеся в газе, которые циркулируют с высокой скоростью в двигателе, или вверх или вниз камеры сгорания, и поэтому могут вызвать абразивное изнашивание различных частей двигателя, что приводит к отказу двигателя или к сокращению его продолжительности жизни. Принадлежат этой категории такие составы как силоксаны, газовые соли сгорания, металлические частицы, масло, смола, и т.д.
- **Загрязнители, которые разъедают компоненты двигателя.** К этой категории относятся такие вещества, которые по своей химической природе являются агрессивными по отношению как к металлическим частям, так и к жидкостям в двигателе, и таким образом приводят к отказу двигателя или к сокращению его продолжительности жизни. В пределах этой группы – кислотные составы, аммиак, и даже водный конденсат, который иногда вносит свой вклад в увеличение вредных эффектов загрязнителей, и т.д.

Хотя в этом документе явно не упомянуто, любой газовый элемент, который имеет любой из описанных эффектов на компоненты двигателя, нужно рассматривать как включенный в список

вредных загрязнителей, и следование рекомендациям изготовителя двигателя, определенным для каждого случая применения, будет на ответственности клиента.

## 5. СПЕЦИФИКАЦИИ GUASCOR ДЛЯ ТОПЛИВНЫХ ГАЗОВ

### 5.1. НИЗШАЯ ТЕПЛОТА СГОРАНИЯ

Величины низшей теплоты сгорания топливных газов могут быть в пределах следующих диапазонов:

ПРИРОДНЫЙ ГАЗ:	30 / 43 МДж/ м <sup>3</sup> <sub>норм.</sub> равное 7165 / 10270 ккал/ м <sup>3</sup> <sub>норм.</sub> (см. IC-G-D-30-002)
ГАЗ ВТОРИЧНОЙ ПЕРЕРАБОТКИ:	23 / 30 МДж/ м <sup>3</sup> <sub>норм.</sub> равное 5490 / 7165 ккал/ м <sup>3</sup> <sub>норм.</sub> (см. IC-G-D-30-003)
ГАЗ ИЗ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ:	17 / 23 МДж/ м <sup>3</sup> <sub>норм.</sub> равное 4060 / 5490 ккал/ м <sup>3</sup> <sub>норм.</sub> (см. IC-G-D-30-003)
БЕДНЫЙ ГАЗ ИЗ ОРГАНИЧЕСКИХ ОТХОДОВ:	14 / 17 МДж/ м <sup>3</sup> <sub>норм.</sub> равное 3350 / 4060 ккал/ м <sup>3</sup> <sub>норм.</sub> (см. IC-G-D-30-003)
БОГАТЫЙ СИНТЕТИЧЕСКИЙ ГАЗ:	7.0 / 14 МДж/ м <sup>3</sup> <sub>норм.</sub> равное 1670 / 3350 ккал/ м <sup>3</sup> <sub>норм.</sub> (см. IC-G-D-30-004)
БЕДНЫЙ СИНТЕТИЧЕСКИЙ ГАЗ:	4.6 / 7.0 МДж/ м <sup>3</sup> <sub>норм.</sub> равное 1100 / 1670 ккал/ м <sup>3</sup> <sub>норм.</sub> (см. IC-G-D-30-004)
ГАЗ С НИЗКИМ МЕТАНОВЫМ ЧИСЛОМ:	40 / 47 МДж/ м <sup>3</sup> <sub>норм.</sub> равное 9560 / 11230 ккал/ м <sup>3</sup> <sub>норм.</sub> (см. IC-G-D-30-013)
ПРОПАН:	93 / 100 МДж/ м <sup>3</sup> <sub>норм.</sub> равное 22200 / 23900 ккал/ м <sup>3</sup> <sub>норм.</sub> (см. IC-G-D-30-018)

### 5.2. ЗАГРЯЗНИТЕЛИ ТОПЛИВНОГО ГАЗА

Ниже упомянуты загрязнители, которые обычно находятся в газах, используемых как топливо в двигателях GUASCOR. **Загрязнители кроме перечисленных не допускаются в топливном газе.**

Допустимые количества тех загрязнителей в каждом типе топлива заявлены в соответствующих листах информации о продукте. Обратитесь к IC-G-D-30-002e для природного газа, к IC-G-D-30-003e для газа из органических отходов и газа вторичной переработки, и к IC-G-D-30-004e для газов от термохимических процессов, IC-G-D-30-013 для газов с низким метановым числом и IC-G-D-30-018 для пропана.

#### 5.2.1. СОЕДИНЕНИЯ СЕРЫ, РАССЧИТЫВАЕМЫЕ ПО H<sub>2</sub>S.

Среди соединений серы в топливных газах, водородный сульфид (H<sub>2</sub>S) - самый распространенный. Водородный сульфид - коррозионный состав, который обычно содержится в газах, следующих из разложения органического вещества. Существуют ограничения его концентрации в топливных газах потому что:

- H<sub>2</sub>S атакует металлические части двигателя - прежде всего те, которые содержат медь, сокращая их срок службы и ухудшая работу.
- H<sub>2</sub>S приводит к преждевременной деградации смазочных материалов. Действительно, кислый элемент H<sub>2</sub>S влияет на присадки в масле, уменьшая срок службы масла, если их концентрация - вне спецификаций.
- H<sub>2</sub>S производит выпуски окиси серы в выхлопе. Эмиссия окисей серы ограничена согласно закону и также отрицательно влияет на трубопровод выхлопного газа, глушители, турбокомпрессоры, клапаны, и т.д.

#### 5.2.2. ГАЛОИДОЗАМЕЩЕННЫЕ СОЕДИНЕНИЯ (F, Cl, Br, I), РАССЧИТЫВАЕМЫЕ ПО Cl

Галоидозамещенные соединения могут быть очень вредными для двигателя, если они присутствуют в форме кислых элементов в топливном газе или в продуктах сгорания. Они обычно присутствуют в газах из органических отходов и в меньшей степени в газах вторичной переработки и в газах от термохимических процессов. Из-за их химической природы кислоты этого типа элементов являются чрезвычайно коррозионными, они влияют почти на все металлические части двигателя и разрушают присадки смазочных материалов, таким образом, сокращая их срок службы.

### **5.2.3. КРЕМНИЕВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ**

Кремниевые соединения появляются в топливных газах в любой из двух групп:

- a) неорганические кремниевые соединения, происходящие из минерального вещества, попавшего в газовый поток, такие как силикаты и кварц, и которые могут быть отнесены к группе перенесенных газом твердых частиц; или
- b) органические кремниевые соединения, которые включают себя силоксаны как самые распространенные, трудно обнаруживаемые, потому что они требуют специальных методов анализа, вообще являются продуктом разложения многих продуктов на основе кремния, используемых в промышленности для изготовления продукции общего назначения, красок, косметики, чистящих средств, и т.д.

Те составы присутствуют в форме газа или пара в топливном потоке и, вообще, безопасны для двигателя до их сгорания. Сгорание преобразует кремний, который они содержат в кремниевый диоксид, силикаты и другие кристаллические соединения, которые оседают, формируя абразивные частицы в двигателе и забивая клапаны, поршни и другие части, являющиеся основными в работе двигателя.

Кроме того, часть кремниевого содержания мигрирует от камеры сгорания до смазочных материалов, ухудшая свойства масла, которое в свою очередь контактирует с частями двигателя, которые прямо не соприкасаются с камерой сгорания.

### **5.2.4. АММИАК (NH<sub>3</sub>)**

Аммиак - химическое соединение, которое может негативно влиять на различные элементы двигателя в одиночку или объединяясь с другими более кислыми элементами, чтобы сформировать соли аммония, которые стирают компоненты двигателя. Кроме того, эмиссия NO<sub>x</sub> двигателя может увеличиться, поскольку составы аммиака проходят через камеру сгорания, где аммиак преобразовывается в окиси азота.

### **5.2.5. ОСТАТОЧНЫЕ МАСЛА И СМОЛА**

Масла и смолы обычно переносятся вперед топливным газом. Они находятся в жидком состоянии или конденсируются, когда температура газа уменьшается. Их присутствие является следствием утечек смазки в оборудовании сжатия газа. Однако они также присутствуют в больших количествах в газах от термохимических процессов. Их эффекты на двигатель включают забивание фильтров и регуляторов, а также ухудшение работы турбокомпрессоров и загрязнение воздушных охладителей и т.д.

### **5.2.6. ТВЕРДЫЕ ЧАСТИЦЫ**

Твердые частицы действуют как абразив на компоненты двигателя, а также дают начало отказам оборудования, когда они накапливаются и блокируют определенные части оборудования, препятствуя его нормальной работе. Твердые частицы - главный источник неорганического кремния, попадающего в двигатель с топливным газом.

## **5.3. ДВИГАТЕЛИ С КАТАЛИТИЧЕСКИМ КОНВЕРТЕРОМ**

Двигатели GUASCOR с каталитическим конвертером для сокращения эмиссии заслуживают особого внимания в пределах этого документа. Каталитические конвертеры требуют выполнения нескольких особых необходимых реквизитов в плане загрязнителей топливного газа и смазочных масел, используемых в двигателе. Именно поэтому топливные газовые спецификации должны быть проверены компанией «GUASCOR» в соответствии с типом и маркой каталитического конвертера всякий раз, когда он устанавливается на двигателе. (см. IC-G-D-45-001)

Каталитические конвертеры могут надежно использоваться только на двигателях, питаемых природным газом. Все другие типы газа не соответствуют спецификациям изготовителей каталитического конвертера.

## **6. АНАЛИЗ МАШИННОГО МАСЛА КАК ИНДИКАТОР ХАРАКТЕРИСТИК ГАЗОВОГО ТОПЛИВА.**

В определенных случаях, анализ смазочных материалов может служить относительной мерой количества загрязнителей, которые могут обнаружиться в топливном газе, питающем двигатель.

Смазочные материалы - одни из расходных материалов двигателя, которые позволяют быстро замечать ухудшение их свойств из-за увеличения количеств загрязнителей в топливном газе.

В тех установках, где нет непрерывного отбора проб газа на загрязнители и где, таким образом, возможны промежутки времени, когда переходятся пределы, определенные в этом документе, мы рекомендуем для надежной работы двигателя часто проводить анализ смазочных материалов согласно критериям, сформулированным в листе информации о продукте GUASCOR IO-G-M-25-001e. Такой анализ позволил бы предсказывать тип загрязнителей, попадающих в двигатель, и какие компоненты двигателя изнашиваются еще до того, как произойдет поломка.

В зависимости от результатов анализа масла может быть принято решение провести специфический анализ загрязнителей топливного газа, которые могут затрагивать двигатель, чтобы быть в состоянии быстро и эффективно предпринять соответствующие действия.