



## 1. АНАЛИЗ ТОПЛИВНОГО ГАЗА

Для характеристики газа, который используется как топливо, будет необходимо выполнить его химический анализ. Такой анализ выполняется в первую очередь для того, чтобы выбрать тип требуемого двигателя и проверить соответствие газа спецификациям для его использования в качестве топлива. К тому же, анализ газа должен проводиться всякий раз, когда есть подозрение о наличии в газе вредных примесей, а иногда как часть контроля установки.

Ниже приведены основные параметры топливного газа, зависящие от его происхождения, которые должны быть проверены.

### 1.1. ПРИРОДНЫЙ ГАЗ

Природный газ состоит из смеси легких углеводородов и инертных элементов. Он имеет минеральное происхождение. Его состав определяется на основе анализа, по крайней мере, следующих параметров:

1. Описание места, где проводится анализ (во время установки или на месте)
2. Дата/время отбора проб
3. Дата/время анализа
4. Проведенные процедуры анализа
5. Температура и давление газа
6. Концентрация  $\text{CH}_4$  (% объема)
7. Концентрация  $\text{C}_2\text{H}_6$  (% объема)
8. Концентрация  $\text{C}_3\text{H}_8$  (% объема)
9. Концентрация  $\text{C}_4\text{H}_{10}$  (% объема)
10. Концентрация  $\text{C}_5\text{H}_{12}$  (% объема)
11. Концентрация  $\text{C}_6$  (% объема)
12. Концентрация  $\text{CO}_2$  (% объема)
13. Концентрация  $\text{N}_2$  (% объема)
14. Концентрация  $\text{O}_2$  (% объема)
15. Концентрация  $\text{CO}$  (% объема)
16. Концентрация  $\text{H}_2$  (% объема)
17. Концентрация  $\text{H}_2\text{S}$  ( $\text{мг/м}^3$  или  $\text{мг/м}^3_{\text{НОДМ}}$ )
18. Относительная влажность газа (%)

Обычно упомянутые выше элементы являются стандартными составляющими данного типа газов и их измерения осуществляются с помощью хромато-масс-спектрометрических методов. Дополнительно, при возникновении сомнений относительно состава газа, будет необходимо дополнительно проверить присутствие следующих веществ:

19. Концентрация галидов ( $\text{мг/м}^3$  или  $\text{мг/м}^3_{\text{НОДМ}}$ )
20. Концентрация силоксанов ( $\text{мг/м}^3_{\text{НОДМ}}$ ): как минимум ТМОН, TMS, L2, L3, L4, D3, D4, D5
21. Концентрация  $\text{NH}_3$  ( $\text{мг/м}^3$  или  $\text{мг/м}^3_{\text{НОДМ}}$ )
22. Концентрация ВТЕХ ( $\text{мг/м}^3_{\text{НОДМ}}$ )
23. Концентрация масел или смол ( $\text{мг/м}^3_{\text{НОДМ}}$ )
24. Концентрация твердых частиц ( $\text{мг/м}^3_{\text{НОДМ}}$ )

## **2. СПЕЦИФИКАЦИИ GUASCOR ДЛЯ ТОПЛИВНЫХ ГАЗОВ**

### **2.1. НИЗШАЯ ТЕПЛОТА СГОРАНИЯ (LHV)**

Низшая теплота сгорания природного газа может быть в пределах следующего диапазона:

- 30/43 МДж/м<sup>3</sup><sub>НОДМ</sub>, что эквивалентно 7165 /10270 Ккал/м<sup>3</sup><sub>НОДМ</sub> природного газа

Что касается двигателей с механической системой карбюрации, максимально допустимое изменение LHV +/-5 % относительно точки карбюрации. Большие изменения означали бы, что карбюрация должна быть перенастроена. Двигатели с электронной системой карбюрации должны использоваться тогда, когда изменения LHV могут быть столь же высокими как +/-10 %; выше этого предела, газовый состав должен постоянно проверяться анализатором.

Изменение LHV сверх 1 %/min. абсолютной величины не должна разрешаться в течение долгого времени.

### **2.2. МЕТАНОВОЕ ЧИСЛО**

**Минимальная величина метанового числа природного газа** составляет 75. При более низких значениях свяжитесь с GUASCOR

### **2.3. РЕЖИМ ПОДАЧИ ГАЗА**

В этом отношении применяется следующее:

#### **2.3.1. ДАВЛЕНИЕ И ТЕМПЕРАТУРА ПОДАВАЕМОГО ГАЗА**

Так как приемлемое газовое давление и температура во входном отверстии двигателя зависит от системы карбюрации, которой оборудован двигатель, обратитесь к следующим документам, содержащим описание изделия, чтобы выяснить применимый диапазон:

IC-G-D-30-006e: Двигатели с электронной системой карбюрации типа TECJET 50

IC-G-D-30-007e: Двигатели с электронной системой карбюрации типа TECJET 50+

IC-G-D-30-008e: Двигатели с механической системой карбюрации

IC-G-D-30-015e: Двигатели с электронной системой карбюрации типа ELECTRA 50.

#### **2.3.2. ВЛАЖНОСТЬ ГАЗА**

Относительная влажность газа во входном отверстии к газовой рампе должна всегда быть меньше чем 80 %, и ни в коем случае нельзя допускать образования водного конденсата на компонентах двигателя. Поэтому, мы рекомендуем, чтобы газ подавался в двигатель при температуре, превышающей газовую точку росы, по крайней мере, на 15°C. Природный газ обычно не имеет серьезных проблем с влажностью.

#### **2.3.3. КИСЛОРОД В ГАЗЕ**

Что касается двигателей с механической системой карбюрации, максимальное допустимое количество кислорода (O<sub>2</sub>) составляет 2% от объема газа. При более высоких значениях или колебаниях более чем на +/-1% по отношению к точке карбюрации необходимо использовать двигатель с электронной системой карбюрации и постоянный мониторинг состава газа с помощью анализатора.

#### **2.3.4. ВОДОРОД В ГАЗЕ**

Максимально допустимое содержание водорода (H<sub>2</sub>) в газе составляет 12% от объема.

### 2.3.5. ВЫСШИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ В ГАЗЕ

Максимальное допустимое количество C4 + углеводородов (бутан и выше) не должно превышать 2% полного объема газовой смеси. Если процент выше, свяжитесь с компанией «GUASCOR».

Точка росы газа при давлении его поставки должна быть, по крайней мере, на 15° меньше, чем минимальная ожидаемая окружающая температура.

### 2.4. ЗАГРЯЗНИТЕЛИ ТОПЛИВНОГО ГАЗА

Ниже представлены максимальные допустимые количества загрязнителей, которые обычно находятся в природном газе, используемом в качестве топлива в двигателях GUASCOR. Установленные пределы нельзя превышать; присутствие каких-либо загрязнителей, не упомянутых ниже, не допускается в топливном газе.

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

Для двигателей GUASCOR максимальный допустимый предел эквивалента\* H<sub>2</sub>S установлен на уровне:

- 1400 мг/м<sup>3</sup> — 2125 мг/м<sup>3</sup><sub>НОДМ.</sub> ДВИГАТЕЛИ БЕЗ КАТАЛИТИЧЕСКОГО КОНВЕРТЕРА
- 100 мг/м<sup>3</sup> 150 мг/м<sup>3</sup><sub>НОДМ.</sub> ДВИГАТЕЛИ С КАТАЛИТИЧЕСКИМ КОНВЕРТЕРОМ

\*: для того чтобы вычислить эквивалент H<sub>2</sub>S в других составах серы, масса S, присутствующей в составе соединения, может быть предпринята как основание для массы H<sub>2</sub>S.

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

HF и HCl - самые опасные кислоты; поэтому, их концентрация указана в мг эквивалента Cl<sup>-</sup>/м<sup>3</sup><sub>НОДМ.</sub>, а остальные элементы рассматривают, как будто они являются хлором, используя следующие уравнения:

Фтор = 2\*содержание хлора      Бром = 0,5\*содержание хлора      Йод = 0,25\*содержание хлора

Соответственно, для двигателей GUASCOR, максимально допустимый уровень галидов, выраженных как хлоридный эквивалент, установлен на уровне:

- 80 мг/м<sup>3</sup> — 100 мг эквивалента\* Cl<sup>-</sup>/м<sup>3</sup><sub>НОДМ.</sub> ДВИГАТЕЛИ БЕЗ КАТАЛИТИЧЕСКОГО КОНВЕРТЕРА
- 6.5 мг/м<sup>3</sup> — 8 мг эквивалента\* Cl<sup>-</sup>/м<sup>3</sup><sub>НОДМ.</sub> ДВИГАТЕЛИ С КАТАЛИТИЧЕСКИМ КОНВЕРТЕРОМ

\*: Органические и неорганические галиды должны быть учтены.

#### 2.4.3. КРЕМНИЕВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

КОМПАНИЯ «GUASCOR» установил максимально допустимое содержание кремния в топливном газе как:

- 7 мг/м<sup>3</sup><sub>НОДМ.</sub>\* ДВИГАТЕЛИ БЕЗ КАТАЛИТИЧЕСКОГО КОНВЕРТЕРА
- Ноль ДВИГАТЕЛИ С КАТАЛИТИЧЕСКИМ КОНВЕРТЕРОМ

При вычислении пропорции кремния в силоксанах разумно взять среднее число 37% кремния в общем количестве силоксанов.

\*: Учитывая трудности в анализе и определении количества кремниевых соединений в топливном газе (Свяжитесь с компанией «GUASCOR» для получения информации относительно рекомендуемых лабораторий), вообще принято, что кремниевое содержание в масле двигателя не должно превышать 75 мг/м<sup>3</sup> в течение законтракованного периода обслуживания двигателя. Соответственно, эту величину можно также считать максимальным относительным пределом содержания кремния в топливе.

**2.4.4. АММИАК (NH<sub>3</sub>)**

Для двигателей GUASCOR максимальное допустимое содержание аммиака в топливном газе установлено:

- 60 мг/м<sup>3</sup> — 45 мг/ м<sup>3</sup><sub>норм.</sub>

**2.4.5. ОСТАТОЧНЫЕ МАСЛА И СМОЛЫ**

Конденсация не допускается.

Проконсультируйтесь с компанией «GUASCOR» по поводу методов анализа.

**2.4.6. ТВЕРДЫЕ ЧАСТИЦЫ**

Компания «GUASCOR» установила следующие пределы в связи с присутствием твердых частиц в топливном газе:

Максимально допустимый размер частиц: 5 микрон (μм).

Максимальная концентрация частиц размером от 1 до 5 микрон:

- 10 мг/ м<sup>3</sup><sub>норм.</sub>

**3. СВОДНАЯ ТАБЛИЦА**

Символ	Параметр	Предельное значение	Двигатель/применение	Комментарий
LHV	Низшая теплота сгорания	30-43 МДж/ м <sup>3</sup> нурм.	Все двигатели на природном газе	Природный газ
ALHV	Изменение LHV	<±5%	Механическая карбюрация	Переастройка карбюрации
		<±10%	Электронная карбюрация	
		>±10%	Электронная карбюрация Газоанализатор непрерывного действия	Требуется Газоанализатор непрерывного действия
VLHV	Градиент LHV	<1%PCI/мин	Все двигатели на природном газе	
MN	Метановое число	>75	Все двигатели на природном газе	
P&T	Давление и температура потребляемого газа	IC-G-D-30-006	Электронная карбюрация	TECJET 50
		IC-G-D-30-007	Электронная карбюрация	TECJET 50+
		IC-G-D-30-008	Механическая карбюрация	Регулятор нулевого давления и винт
Ф	Влажность газа	<80%	Все двигатели на природном газе	Отсутствие конденсации
WetDewT	Точка росы влажного газа	>15° меньше Tгаза	Все двигатели на природном газе	Рекомендуется
O <sub>2</sub>	Кислород в газе	<2% объема	Механическая карбюрация	Переастройка карбюрации
		<±1% точки карбюр-и		
O <sub>2</sub>	Кислород в газе	>2% объема	Электронная карбюрация	Метанометр непрерывного действия для автоматической настройки карбюрации
		>±1% точки карбюр-и		
H <sub>2</sub>	Водород в газе	<12% объема	Все двигатели на природном газе	
C4+	Высшие углеводороды	<2% объема	Все двигатели на природном газе	
DryDewT	Точка росы сухого газа	>15° меньше Tгаза	Все двигатели на природном газе	Рекомендовано максимальное давление
H <sub>2</sub> S	Эквивалент сульфида водорода	<1400 мг/м <sup>3</sup>	Без каталитического конвертера	Общее количество серы: H <sub>2</sub> S эквивалент
		<100 мг/м <sup>3</sup>	С каталитическим конвертером	
Cl	Эквивалент хлора	<80 мг/м <sup>3</sup>	Без каталитического конвертера	F, Cl, Br, I органические и неорганические
		<6.5 мг/м <sup>3</sup>	С каталитическим конвертером	
Si	Кремний и силиканы	<7 мг/Н* м <sup>3</sup>	Без каталитического конвертера	Проведите анализ: TMOH, TMS, L2, L3, L4, D3, D4, D5 Кроме того, <75мг/м <sup>3</sup> Si в машинном масле
		Ноль	С каталитическим конвертером	
NH <sub>3</sub>	Аммиак	<60 мг/м <sup>3</sup>	Все двигатели на природном газе	
Tar	Масла и смолы	Конденсация не допускается	Все двигатели на природном газе	Конденсирующиеся пары масла
Dust	Твердые частицы	<5 мкн	Все двигатели на природном газе	Большой размер не разрешен.
		<10 мг/Н* м <sup>3</sup> (1-5 мкн)	Все двигатели на природном газе	

Итоговая таблица спецификации топлива для природного газа для двигателей GUASCOR.