



Техническа инструкция: ТА 1000-0300

Изисквания към горивния газ и горивния въздух

1	Област на приложение	1
2	Предназначение.....	1
3	Общи сведения	1
4	Видове газ.....	2
5	Изисквания и гранични стойности.....	4
5.1	Изисквания и гранични стойности за горивния газ.....	4
5.2	Изисквания и гранични стойности към горивния въздух.....	5
5.3	Изисквания и гранични стойности към сместа.....	7
6	Приложение.....	13
6.1	Преглед на изискванията и граничните стойности към горивния газ.....	13
6.2	Преглед на изискванията и граничните стойности към горивния въздух	13
6.3	Преглед на изискванията и граничните стойности към сместа.....	13
6.4	Разяснения за необходимостта от липса на кондензат.....	15
6.5	Контролен лист за характеристиките на качеството на горивния газ.....	19
6.6	Силицево-органични съединения в биогаз, газ от очистиране и газ от отпадъци.....	21
6.7	Разяснения за сместа.....	22
6.8	Примери за изчисление	23

УКАЗАНИЕ



Спазването на условията на тези технически инструкции, както и изпълнението на описаните в тях дейности и предпоставка да безопасната и рентабилна работа на съоръжението.

Неспазването на условията на тези технически инструкции и/или неизпълнението на предписаните дейности, съотв. отклонението от предписаните дейности, може да доведе до загуба на гаранцията.

Дефинираните в настоящите технически инструкции дейности и условия се изпълняват и/или спазват от оператора на съоръжението. Това не е в сила, ако настоящите технически инструкции изрично определят областта на отговорност на GE Jenbacher или ако съглашение между оператора и GE Jenbacher определя различни правила.

1 Област на приложение

Тази Техническа инструкция (ТИ) се отнася за двигателите GE Jenbacher, предназначени за работа с газообразни горива.

2 Предназначение

Предназначението на тази Техническа инструкция е да представи предпоставките и границите на възможностите за използване на горивния газ. В частност това са граничните стойности и изискванията към състава на газа, към веществата, съдържащи се в малки количества, и примесите, както и към маслото, кондензата и частиците, които може да съдържа сместа. Освен това са представени изискванията към горивния въздух.

3 Общи сведения

Двигателните системи на GE Jenbacher използват голямо разнообразие от газообразни вещества като горивен газ. За разлика от бензина и дизеловото гориво газообразните горива обикновено не подлежат на строго специфициране или класификация. Въпреки това към горивния газ има специални изисквания и са дефинирани гранични стойности. Като цяло всички газообразни горивни вещества за двигатели могат да бъдат класифицирани в категорията „горивни газове“.



Техническа инструкция: TA 1000-0300 Изисквания към горивния газ и горивния въздух

Физическите и химическите свойства на газообразните горива могат да бъдат много различни, двигателите са конструктивно, съответно технологично обусловени, да работят в рамките на установени граници на свойствата и често са много чувствителни на промените на свойствата.

Двигателната система е оптимално съгласувана със състава на горивния газ, за което е продадена и не трябва да се правят значими промени.

Горивният газ се смесва заедно с горивния въздух и се подава на двигателя за горене. В този случай е възможно и попадането в двигателя на замърсяващи вещества от горивния въздух. Ако горивният газ или горивният въздух не отговарят на изискванията, това може да има отрицателни въздействия върху работата на двигателя. Това може да доведе до невъзможност за гарантиране на безопасността на инсталацията и нейната експлоатация.

Смазочното масло може да загуби своите антикорозионни свойства поради наличие на замърсявания в горивния газ или в горивния въздух. Резултатите от периодичните анализи на смазочното масло дават индикация за наличие на замърсявания в сместа. По този въпрос вижте следните технически инструкции:

- ⇒ TA 1000-0099B: Гранични стойности на отработеното масло при газови двигатели GE Jenbacher
- ⇒ TA 1000-0099C: Процедура при изпитание на специфичния за инсталацията срок на експлоатация на маслото
- ⇒ TI 1000-0112 Вземане на проби от смазочното масло / Протокол за вземане на проби от смазочното масло
- ⇒ TA 1000-1109: Смазочно масло за двигатели на GE Jenbacher от сериите 2, 3, 4 и 6
- TA 1000-1108: Смазочни масла за Серия 9

ВНИМАНИЕ



Околна среда, здраве и безопасност

Горивните газове и тяхната подготовка, както и използването им в двигатели, могат да доведат до излагането на въздействие на вещества, които могат да бъдат опасни или вредни за околната среда и здравето. По тази причина работата с горивните газове, отлаганията и кондензатите изисква спазването на съответните инструкции за безопасност на труда и опазване на здравето.

4 Видове газ

Използваните от газовите двигатели на GE Jenbacher горивни газове могат да бъдат разделени на дадените по-долу основни класове. Газовите двигатели на GE Jenbacher не са ограничени до тези главни класове. Решения за други видове газове могат да бъдат разработени с GE Jenbacher.

Природен газ

Природният газ се характеризира с високо съдържание на метан (CH_4) и е с голяма чистота. Концентрацията на метан е между 65 и 100 Vol.-%.

Съпътстващ нефтен газ

Този клас горивен газ се характеризира със средно до високо съдържание на метан. Концентрацията на метан може да бъде между 35 и 90 Vol.-%. Освен другите съставки е възможно високо съдържание на азот (N_2) или въглероден диоксид (CO_2) до 45 Vol.-%, както и увеличен дял на поливалентни въглеводороди.



Техническа инструкция: ТА 1000-0300

Изисквания към горивния газ и горивния въздух

Биогаз, газ от почистване, газ от отпадъци

Тези горивни газове се образуват при разлагането на течни или твърди органични вещества от микроорганизми. Те се характеризират, както и съпътстващия нефтен газ, със средно до високо съдържание на метан, както и на N_2 и CO_2 . Тъй като този газ се образува от много хетерогенни вещества, обърнете специално внимание на веществата, съдържащи се в малки количества, и примесите.

Рудничен газ

Тези добити в мините горивни газове се характеризират с големи флуктуации в съдържанието на метан. Концентрацията на метан може да бъде между 25 и 95 Vol.-%. Освен другите съставки е възможна концентрация на N_2 до 65 Vol.-%, CO_2 с до 15 Vol.-% или кислород (O_2) до 15 Vol.-%. Този газ често съдържа известно количество прах, което налага предварителна очистка.

Газове от термични процеси на газообразуване

Тези газове се образуват при целево газообразуване от биомаса (например дърво), отпадъци, въглища или други подобни и се характеризират с високо съдържание на водород (H_2) и въглероден монооксид (CO). Тъй като този газ се образува от много хетерогенни вещества, обърнете специално внимание на веществата, съдържащи се в малки количества, и примесите. Този вид газ се нарича и синтезиран газ.

Технологични газове

Технологичните газове се срещат в стоманодобивната промишленост и са известни още като газове от стоманопроизводството. Тези газове обхващат следните главни групи:

Вид на газа	Основни компоненти	Произход
Коксов газ	$H_2/CH_4/N_2/CO$	Процес на коксуване
Доменен газ	$N_2/CO/CO_2/H_2$	Технологичен газ при производството на стомана
Конверторен газ	$CO/N_2/CO_2/H_2$	Технологичен газ при производството на стомана, като например LD газ (Linz-Donawitz процес)

Втечнен газ, пропан

Втечените газове се характерни с транспортирането и съхранението си в течно състояние. Преди да бъдат използвани те се изпаряват.

Втеченият природен газ (LNG) първоначално се състои от природен газ, който се охлажда до $-161^{\circ}C$, за да се втечни. При изпаряването обаче може да настъпи „разделяна на фракции“, което да доведе до отклонения и колебания в състава, като например повишена концентрация на въглеводороди с дълги вериги.

Пропанът дори и при сравнително ниски налягания при нормална температура е втечен. Основната съставка е пропан (C_3H_8) в концентрация от 60 до 100 Vol.-%. Като други съставки с по-висока концентрация могат да се срещнат бутан (C_4H_{10}) до 10 Vol.-%, етан (C_2H_6) до 20 Vol.-% или метан до 40 Vol.-%. Пропан HD5 съдържа повече от 90% пропан и по-малко от 5% пропилен (C_3H_6), както и по-малко от 5 % други въглеводороди.



Техническа инструкция: TA 1000-0300

Изисквания към горивния газ и горивния въздух

При някои видове газ съставът обикновено е много променлив. При управление на работата на двигателя чрез Leapox тези промени на състава могат да бъдат компенсирани в голяма степен от управлението на двигателя. За осигуряване на добри пускови характеристики обаче е необходим определен диапазон на колебанията, а на управлението на двигателя трябва да се подава подходяща приложима информация (например: калоричност, съдържание на CH_4) за текущото качество на газа.

Физически свойства, основни компоненти и термодинамични изисквания

Наименование	Добавка	Ограничение	Мерна единица	Забележка
Налягане на газа	Колебание	≤ 10	mbar/s	
Температура на газа	Мин. Макс.	10 40	$^{\circ}\text{C}$ $^{\circ}\text{C}$	В отделните случаи трябва да се проверява за повишени температури!
Относителна влажност на газа	макс.	80	отн. %	Трябва да бъде гарантирана при всякакви температури и захранващи налягания! ¹⁾
	Макс.	50	отн. %	При използване на система с активен въглен на GE Jenbacher на входа на филтъра с активен въглен. В отделните случаи трябва да се проверява за повишени температури!
Минимална калоричност	Колебание	≤ 4	%/min	
Метаново число	Скорост на промяна	≤ 10	MZ/min	В съответствие със стандартните методи на изчисление (AVL)
Водород H_2	Скорост на промяна	≤ 4	Vol-%/min	По-специално при технологични газове
Възпламеняемост		Газът не трябва да бъде запалим. Спазвайте нормативните параметри и граничните стойности!		

¹⁾ При използване на предкамерен газов компресор за предкамерна газова система или при разполагане в страна в тропичния пояс са в сила посочените в глава 5.3 гранични стойности.

5.2 Изисквания и гранични стойности към горивния въздух

Горивният въздух на двигателните системи на GE Jenbacher по принцип се засмуква от непосредственото обкръжение на системата. В сухо състояние въздухът в околната среда се състои от следните газообразни компоненти:

Компонент	Обемен дял в %
Азот N_2	78,08
Кислород O_2	20,95
Аргон Ar	0,93
Въглероден диоксид CO_2	0,04

Исходната точка са стандартните изисквания за температура и налягане (STP) с температура 273,15 K и налягане 101,3 kPa.

Освен това във въздуха на околната среда има следи от газове, например неон, хелий и криптон.

Въздухът съдържа винаги и водни пари. Те зависят от условията на околната среда и също попадат в двигателя.

В зависимост от дяла на водата в горивния въздух трябва да бъдат взети следните мерки:



Техническа инструкция: TA 1000-0300

Изисквания към горивния газ и горивния въздух

Дял на водата в gH ₂ O/kg въздух	Въздействие
≤ 15	Не се образува конденз, поради което не се очаква влияние върху работата на двигателя
> 15	Проверете диаграмата за намаление

Следните изисквания и гранични стойности се поставят към горивния въздух:

Изисквания и гранични стойности към горивния въздух

Наименование	Добавка	Ограничение	Мерна единица	Забележка
Температура				Вижте ТИ 1100-0110
Твърди частици Общо съдържание на твърди частици		≤ 0,1	mg/Nm ³	Серия 2 до 6: Клас на чистота G3 в съответствие EN779 J920: Клас на чистота M6 съгласно EN779 (по-рано F6) Филтър на входа за горивния въздух предпазва системата от твърди частици. Посочената стойност служи като база за оразмеряване на въздушния филтър ¹⁾
Леснозапалими съставки				Граничните стойности за осигуряване на безопасността не бива да бъдат надхвърляни. Ако в горивния въздух има леснозапалими съставки, използваемостта му трябва да бъде съгласувана с GEJ
Образуващи киселини и основи съставки				не бива да попадат в двигателя


¹⁾ В случай че не се постига ресурсът на филтъра съгласно плана за техническо обслужване, тогава ресурсът на филтъра не е приемлив и клиентът трябва да вземе съответни мерки.

В случай че въздухът на околната среда съдържа замърсяващи вещества (например серни съединения, маслени пари, чужди газообразни съставки и др.), е необходима проверка на тяхната използваемост.

В зоната на засмукване на горивния въздух трябва да се внимава те да не бъдат изложени на въздействието на микроклимата, например влажни и топли зони при приложения в оранжерии. Освен това трябва да бъде гарантирано емисиите от различни източници, като например промишлени отработени газове, емисии от биогенни процеси или разтворители, да не попадат в двигателя чрез засмукания въздух и поради това да нямат влияние върху неговата работа. Двигателните системи GEJ изискват специална система за засмукване на въздух, представена заедно с другите гранични условия в следната техническа инструкция:

- ТИ 1100-0110: ⇨ Гранични условия за газовите двигатели на GE Jenbacher

⚠ ВНИМАНИЕ

**Засмукващ ефект**

При спрял двигател трябва да се вземе предвид, че в зависимост на изпълнението на изпускателния тракт и засмукващия ефект на комина през двигателя може постоянно да се засмуква въздух. Така двигателят и в спяло състояние е изложен на въздействието на въздуха от околната среда и когато неговото качество не е достатъчно са възможни повреди.



Техническа инструкция: ТА 1000-0300

Изисквания към горивния газ и горивния въздух

5.3 Изисквания и гранични стойности към сместа

Двигателните системи на GE Jenbacher трябва да бъдат пазени от попадането на нежелани вещества през горивния газ и през горивния въздух в сместа.

Гранични стойности за вещества, съдържащи се в малки количества, и примеси, както и за масло, кондензат и твърди частици

Веществата, съдържащи се в малки количества, и примесите най-често попадат в потока вещество в рамките на процеса на образуване на газ, но могат да дойдат и от въздуха на околната среда. Обикновено наличните замърсители са в ppm-диапазона. Въздействието на веществата, съдържащи се в малки количества, и примесите обикновено се наблюдава чак след известно период от време на работа на двигателя (кумулятивно действие). Същото важи за маслото, кондензата и твърдите частици. Тъй като тези въздействия са предимно негативни, горивният газ и въздухът на околната среда трябва да бъдат възможно най-чисти – без вещества, съдържащи се в малки количества, и примеси. При много високо съдържание на примеси в горивния газ подходящото почистване на горивния газ е най-добрият метод за гарантиране на икономически оправданото използване на горивния газ.

За оценка на пригодността на даден горивен газ за приложение в двигатели е необходимо познаване на резултатите от пълния газов анализ. Както показват работните изпитания, резултатите могат да се различават съществено дори и при сходни начални условия. Въздействието на следите от вещества може да се предскаже в много ограничена степен, понеже съществуват много сложни влияния и връзки на многобройни фактори. Като тенденция въздействието на следите от вещества, съдържащи се в малки количества, е пропорционално на общото въведено в двигателя количество за времето на работа на същия. При газ с по-голяма калоричност газовият поток към двигателя е по-малък в сравнение с този при газ с по-малка калоричност. Поради това въвеждането на следи от вещества, съдържащи се в малки количества в двигателя и от тук и влиянието им е различно при еднаква концентрация на веществата в горивните газове. За да могат да се сравняват различните газове, стойностите за концентрацията на следите от вещества, съдържащи се в малки количества, трябва да бъдат отнесени към определено енергийно съдържание на горивото (енергията на горивото за производство на определена двигателна мощност за всички видове газ е много близка).

Затова GE Jenbacher избира енергийно съдържание на 1 нормален кубически метър метан: 10 kWh (закръглено).

Необходимостта от горивен въздух също зависи от горивния газ и неговата калоричност. От тук възниква специфично за отделните видове газове съотношение на смесване на горивния газ към горивния въздух, което може да бъде взето от приложението.

Следите от вещества, съдържащи се в малки количества, и примеси, които не са специфицирани или ограничени в тази ТИ, могат да променят свойствата на газа. Ако газът съдържа такива вещества, съдържащи се в малки количества, и примеси, GE Jenbacher не носи отговорност за намалената производителност, намалената ефективност, намалената възможност за ползване или за възникването на евентуални повреди. В този случай отпадат всякакви гаранционни задължения за GE Jenbacher.

Гранични стойности за вещества, съдържащи се в малки количества, и примеси ¹⁾

Наименование	Добавка	Ограничение	Мерна единица	Забележка
Сума сяра	S	≤ 700 ≤ 1200	mg/10kWh mg/10kWh	Обърнете внимание на въздействие върху живота на маслото ²⁾ С ограничена гаранция ³⁾
Халогенни съединения	Сума Cl + 2 * F	≤ 100 ≤ 400	mg/10kWh mg/10kWh	Спазвайте частично натоварване ⁴⁾ С ограничена гаранция ³⁾



Техническа инструкция: TA 1000-0300

Изисквания към горивния газ и горивния въздух

Наименование	Добавка	Ограничение	Мерна единица	Забележка
Амоняк	NH ₃	≤ 50	mg/10kWh	По-високото съдържание на NH ₃ в горивния газ може да доведе до превишаване на декларираните в техническите характеристики NOx в отработените газове на двигателя.
VOSC като общ силиций	Сума на силиция, Si _{BG} (силиций експлоатационна гранична стойност)	≤ 0,02		Чрез анализ на маслото прецизно експлоатационната стойност на силиция, който трябва да бъде определен Si _B ⁵⁾
Силно запалими компоненти	Ацетилен (C ₂ H ₂) Карбонилсулфид (COS)	≤ 0,02 ≤ 0,02	Vol-% Vol-%	Тези материали могат да доведат до неконтролирани самозапалвания в системата!

¹⁾ При използването на системи за обработка на горивен газ и отработени газове GE-Jenbacher, при двигатели с предкамерна газова система или при разполагане на съоръженията в страна от тропическия пояс са в сила посочените в следващите глави гранични стойности.

²⁾ При общо съдържание на сяра около 50 mg/10 kWh, а така също и при общо съдържание на халогени около 20 mg/10 kWh се получава значително съкращаване на времето за експлоатация на маслото (вижте ТИ №:1000-0099 В и С). При използване на сероочистващи инсталации трябва да се има предвид, че при повреди на същите в двигателя се получават много високи концентрации на сяра, които могат да доведат много скоро до повреда на двигателя.

В тази категория попадат също граничните стойности за флуороводородна киселина (HF) и солна киселина (HCl). Вижте изчислителния пример за конверторния газ в приложението.

³⁾ При приемане на определено намаляване на периода на експлоатация на компоненти на двигателя или на инсталацията, влизащи в контакт с горивния газ, моторното масло или с отработените газове, а също така и при увеличени разходи за техническо обслужване, границите могат да бъдат увеличени. За да се постигне удовлетворителен по-дълъг минимален срок на смяна на маслото (около 500 работни часа), трябва да бъде предвиден по-голям допълнителен резервоар за масло. Конструктивното изпълнение се извършва от GE Jenbacher.

⁴⁾ При инсталации с оползотворяване на отпадъчната топлина трябва да се има предвид, че не бива да се преминава под зададената температура на кондензация на киселината в котела за оползотворяване на отпадъчната топлина, включително и при частично натоварване.

⁵⁾ При използване на горивен газ със следи от летливи, окисляеми силициеви съединения поради силните колебания и трудния анализ не са възможни гранични стойности за горивния газ. Като мярка на въведеното в двигателя количество силиций служи работният параметър Si_B, който се определя с помощта на два анализа на маслото. Той не бива да надхвърля граничната експлоатационна стойност Si_{BG}. Изчисленията са обяснени в приложението.

Гранични стойности за масло, кондензат и твърди частици

Наименование	Добавка	Ограничение	Мерна единица	Забележка
Твърди частици		Филтър в линията за регулиране на газовото налягане предпазва системата от частици. Филтърът на линията за регулиране на газа не действа като работен филтър ⁶⁾		
Общо съдържание на масло		≤ 0,2	mg/10kWh	



Техническа инструкция: ТА 1000-0300

Изисквания към горивния газ и горивния въздух

Наименование	Добавка	Ограничение	Мерна единица	Забележка
Катран	$C_xH_yR_z$	няма катран в засмукващия тракт		При газове съдържащи катран (по-специално дървесен газ) участъкът за регулиране на газа трябва да бъде изпълнен със съпровождащо отопление, включително термоизолация! ⁷⁾
Кондензат или сублимат		Няма кондензат и сублимация на вода, съответно на катран в газа, съответно върху компонентите, които са в контакт със сместа! ⁸⁾		

⁶⁾ В случай че не се постига ресурсът на филтъра съгласно плана за техническо обслужване, тогава ресурсите на филтъра не са приемливи или има нарушение на функцията на участъка за регулиране налягането на газа и клиентът трябва да предприеме мерки за коригиране на положението.

Ако е необходим работен филтър, същият трябва да бъде със степен на задържане 99,99% на частици с размери по-големи от 3 μm .

⁷⁾ В случай на газове, съответно смеси при които в случай на охлаждане под точката на оросяване се отделят въглеводороди във формата на твърди, течни или високовискозни продукти, продуктите на кондензацията, съответно сублимацията се наричат катран. Това касае всички въглеводороди ($C_xH_yR_z$) с над 6 въглеродни атома и молекулна маса (M) \geq Бензол (78,11 g/mol) с всяка възможна заместваща група (R_z).

Сгъстяването на катраните води до проблеми в газовия смукателен тракт, респ. в тракта за всмукване на смес.

В случай на кондензация или сублимация на катрани по компонентите, които са в контакт със сместа, се получават следните проблеми:

- Блокиране на арматури (филтър, регулатор на налягане, електромагнитни клапани и др.) в участъка за регулиране на газа
- Блокиране на газовите смесители и ротора на турбокомпресора за отработените газове
- Блокиране на охладителя на сместа

При смесването на газове, съдържащи катран, с по-студения горивен въздух температурата на сместа не може да падне толкова, че да бъде под точката на кондензация на катрана. В този случай температурата на кондензация на катрана на горивния газ трябва да се понижи, за да бъде избегнато образуване на кондензат и/или сублимат върху компонентите, които са в контакт със сместа!

ВНИМАНИЕ



Кондензирани и/или сублимирани катрани

Последствията от кондензираните и/или сублимирани катрани освен намаляване на живота на компонентите, увеличаване на разходите за техническо обслужване и ограничаване на експлоатацията на двигателя влошават безопасността в участъка за регулиране на газа!

⁸⁾ Кондензатът или сублиматът в зоната на смесване на газа и въздуха (газосмесител) могат да се получат също поради ниска температура на подавания, необходим за горенето, въздух. В този случай при необходимост като помощно средство може да се използва подгръване на необходимия за горенето въздух, като например чрез рецикулация на пространствената вентилация!

Решаващо за оценката на следите от вещества е регистрираното в двигателя абсолютно количество вещество. Граничните стойности са валидни, ако в горивния въздух няма примеси.

При приемане на определено намаляване на периода на експлоатация на компоненти на двигателя или на инсталацията, влизащи в контакт с горивния газ, моторното масло или с отработените газове, а също така и при увеличени разходи за техническо обслужване, границите могат да бъдат увеличени след



Техническа инструкция: TA 1000-0300

Изисквания към горивния газ и горивния въздух

консултация с GE Jenbacher. Освен това могат да бъдат взети допълнителни мерки, като например проектиране и инсталиране от GE Jenbacher на подходящ допълнителен резервоар за смазочно масло за удължаване на минималния живот на маслото.

Допълнителни изисквания при използване на системи за обработка на горивен газ и отработени газове GE-Jenbacher

GE Jenbacher предлага собствени системи за обработка на горивния газ и отработените газове, които са разработени и настроени за двигателните системи в различни изпълнения. При двигателни системи, които използват такава система за обработка, са в сила съдържащите се в следващата таблица допълнителни изисквания за общата дължина.

Наименование	Добавка	Ограничение	Мерна единица	Забележка
Сума сяра	S	≤ 500 ≤ 200 ≤ 20	mg/10kWh mg/10kWh mg/10kWh	При използване на система с активен въглен GEJ При използване на CO катализатор GEJ ⁹⁾ При използване на формалдехиден катализатор GEJ ⁹⁾
Халогенни съединения	Сума Cl + 2 * F	≤ 200 ≤ 200 ≤ 20	mg/10kWh mg/10kWh mg/10kWh	При използване на система с активен въглен GEJ При използване на система ClAir GEJ При използване на CO катализатор GEJ или на формалдехиден катализатор GEJ
VOSC като общ силиций	Сума силиций, Si _{BG}	$\leq 0,0005$		При използване на CO катализатор или формалдехиден катализатор GEJ
Сума на вещества, съдържащи се в малки количества, при използване на катализатор	Посочените като пример метали и тежки метали действат деактивиращо на катализатора. Това намалява трайността. ▪ Сяра, фосфор, олово, живак, арсен, антимон, цинк, мед, калай, желязо, никел, хром и др. ▪ Гаранцията отпада, ако натрупаното количество от тези елементи надхвърли 350g/Nm ³ от многослойния катализатор. Това се доказва чрез количествен анализ на образец. При всички положения в отработените газове не бива да има силициеви съединения, като например силоксани.			

⁹⁾ В катализатора SO₂ се превръща в SO₃. С кондензата се образува серниста, респ. сярна киселина. Поради това има ограничена гаранция при повреди на котела за оползотворяване на отпадъчната топлина, катализатора и изпускателната система при температури на отработените газове < 180 °C.

Допълнителни изисквания за двигатели с предкамерна газова система

За двигателите с предкамерна газова система са валидни следните допълнителни гранични стойности за горивния газ.

Наименование	Добавка	Ограничение	Мерна единица	Забележка
Сума сяра	S	≤ 200	mg/10kWh	

За тази цел двигателите, оборудвани с предкамерна газова система, имат повишено налягане на горивния газ. При промяна на нивото на налягането може да се стигне до кондензация и сублимация на следите от веществата, съдържащи се в малки количества в горивния газ. Ако повишаването на нивото на налягането бъде постигнато с помощта на компресор, в сила са следните допълнителни изисквания.



Техническа инструкция: ТА 1000-0300

Изисквания към горивния газ и горивния въздух

Допълнителни изисквания към горивния газ при използване на предкамерен газов компресор за предкамерната система

Наименование	Добавка	Ограничен ие	Мерна единица	Забележка
Температура на газа на входа на предкамерния газов компресор	мин. макс.	10 40	°C °C	В отделните случаи трябва да се проверява за повишени температури! Ако температурата на машинното помещение е <30°C, цялата линия за регулиране на налягането на газа може да бъде изолирана и подгрявана, за да бъде избегната кондензация или сублимация.
Относителна влажност на газа на входа на предкамерния газов компресор	макс.	15	отн. %	В никакъв случай кондензат в газовия участък до клапана за газ в предкамерата!

Допълнителни изисквания към горивния газ за приложения с рудничен газ в страните от тропичния пояс.

В така наречения тропичен пояс, който се намира между 30° северна и 30° южна ширина, са в сила специалните изисквания за приложенията на рудничен газ. Това се отнася например за Централна Америка (включително Мексико), Южна Америка (с изключение на Уругвай, Аржентина и Чили), Африка, Арабския полуостров (включително Израел), Индийския субконтинент (Пакистан, Бангладеш, Индия, Шри Ланка), цяла Югоизточна Азия (включително Китай), Австралия (северно от 30° паралел) и Океания. За да бъде избегната кондензация в компонентите, които провеждат горивния газ и сместа, в тези страни важат следните изисквания за експлоатация на двигателни системи на GE с рудничен газ.

Допълнителни изисквания в страните от тропичния пояс между 30° северна и 30° южна ширина

Наименование	Добавка	Ограничен ие	Мерна единица	Забележка
Относителна влажност на рудничния газ	макс.	50	отн. %	В никакъв случай кондензат в газовия участък до газосмесителя!

Изисквания за липса на кондензат на горивен газ – въздух – смес

Много видове газ съдържат освен водни пари и други вещества, които могат да кондензират и които изискват по-специално внимание. Процесите на кондензация могат да имат негативно влияние върху експлоатацията на двигателя. Специално газовете от процеси за газообразуване в зависимост от процеса и системата за обработка на газовете могат да съдържат кондензиращи органични компоненти, като например катран, водоразтворими нафталени и много други. Това може да има последствия и възможни ефекти особено за компонентите, през които преминава горивният газ.



Техническа инструкция: TA 1000-0300

Изисквания към горивния газ и горивния въздух

УКАЗАНИЕ



Опасност от повреди на машините

Недостатъчно сухият газ предизвиква експлоатационни смущения първо най-често в арматурата, уредите и тръбопроводите извън същинския двигател. Ако причината не бъде отстранена, не е възможно да бъдат изключени повреди на двигателя.

Нарушаване на режима на работа, което се дължи на недостатъчна степен на отстраняване на кондензата в доставените газови горива, не спада към гаранцията. Това гаранционно изключение не се прилага, когато обхватът на доставката по договор съдържа изрично собствено устройство за изсушаване на въздуха от страна на GE Jenbacher.

В приложението са дадени допълнителни разяснения към необходимостта от липса на кондензат.



Техническа инструкция: ТА 1000-0300

Изисквания към горивния газ и горивния въздух

6 Приложение

6.1 Преглед на изискванията и граничните стойности към горивния газ

Физически свойства, основни компоненти и термодинамични изисквания

Наименование	Добавка	Ограничение	Мерна единица	Забележка
Налягане на газа	Колебание	≤ 10	mbar/s	
Температура на газа	Мин. Макс.	10 40	°C °C	В отделните случаи трябва да се проверява за повишени температури!
Относителна влажност на газа	макс.	80	%	Трябва да бъде гарантирана при всякакви температури и захранващи налягания!
Минимална калоричност	Колебание	≤ 4	%/min	
Метаново число	Скорост на промяна	≤ 10	MZ/min	В съответствие със стандартните методи на изчисление (AVL)
Водород H ₂	Скорост на промяна	≤ 4	Vol-%/min	По-специално при технологични газове
Възпламеняемост		Газът не трябва да бъде запалим. Спазвайте нормативните параметри и граничните стойности!		

6.2 Преглед на изискванията и граничните стойности към горивния въздух

Наименование	Добавка	Ограничение	Мерна единица	Забележка
Температура				Вижте ТИ 1100-0110
Твърди частици				Клас на чистота G3 в съответствие EN779
Общо съдържание на твърди частици		$\leq 0,1$	mg/Nm ³	Филтър на входа за горивния въздух предпазва системата от твърди частици. Посочената стойност служи като база за оразмеряване на въздушния филтър
Леснозапалими съставки				Граничните стойности за осигуряване на безопасността не бива да бъдат надхвърляни. Ако в горивния въздух има леснозапалими съставки, използваемостта му трябва да бъде съгласувана с GEJ
Образуващи киселини и основи съставки				не бива да попадат в двигателя

Представената таблица е само извлечение. Подробностите трябва да бъдат взети от отделните глави.

6.3 Преглед на изискванията и граничните стойности към сместа

Наименование	Добавка	Ограничение	Мерна единица	Забележка
Гранични стойности за вещества, съдържащи се в малки количества, и примеси				



Техническа инструкция: TA 1000-0300

Изисквания към горивния газ и горивния въздух

Наименование	Добавка	Ограничение	Мерна единица	Забележка
Сума сяра	S	≤ 700 ≤ 1200	mg/10kWh mg/10kWh	Обърнете внимание на влиянието върху живота на маслото С ограничена гаранция
Халогенни съединения	Сума Cl + 2 * F	≤ 100 ≤ 400	mg/10kWh mg/10kWh	Спазвайте частично натоварване С ограничена гаранция
Амоняк	NH ₃	≤ 50	mg/10kWh	По-високото съдържание на NH ₃ в горивния газ може да доведе до превишаване на декларираните в техническите характеристики NOx в отработените газове на двигателя.
VOSC като общ силиций	Сума на силиция, Si _{BG} (силиций експлоатационна гранична стойност)	$\leq 0,02$		Чрез анализ на маслото прецизно експлоатационната стойност на силиция, който трябва да бъде определен Si _B
Силно запалими компоненти	Ацетилен (C ₂ H ₂) Карбонилсулфид (COS)	$\leq 0,02$ $\leq 0,02$	Vol-% Vol-%	Тези материали могат да доведат до неконтролирани самозапалвания в системата!
Гранични стойности за масло, кондензат и твърди частици				
Твърди частици		-		Филтър в линията за регулиране на газовото налягане предпазва системата от частици. Този филтър на линията за регулиране на газа не действа като работен филтър
Общо съдържание на масло		$\leq 0,2$	mg/10kWh	
Катран	CxHyRz	без катран в компонентите, през които преминава газ, респ. смес		При газове съдържащи катран (по-специално дървесен газ) участъкът за регулиране на газа трябва да бъде изпълнен със съпровождащо отопление, включително термоизолация!
Кондензат или сублимат		-		Няма кондензат и сублимация на вода, съответно на катран в газа, съответно върху компонентите, които са в контакт със сместа!
Допълнителни изисквания при използване на системи за обработка на горивен газ и отработени газове GE-Jenbacher				
Сума сяра	S	≤ 500 ≤ 200 ≤ 20	mg/10kWh mg/10kWh mg/10kWh	При използване на система с активен въглен GEJ При използване на CO катализатор GEJ При използване на формалдехиден катализатор GEJ



Техническа инструкция: TA 1000-0300

Изисквания към горивния газ и горивния въздух

Наименование	Добавка	Ограничение	Мерна единица	Забележка
Халогенни съединения	Сума Cl + 2 * F	≤ 200 ≤ 200 ≤ 20	mg/10kWh mg/10kWh mg/10kWh	При използване на система с активен въглен GEJ При използване на система ClAir GEJ При използване на CO катализатор GEJ или на формалдехиден катализатор GEJ
VOSC като общ силиций	Сума силиций, Si _{BG}	$\leq 0,0005$		При използване на CO катализатор или формалдехиден катализатор GEJ
Сума на вещества, съдържащи се в малки количества, при използване на катализатор	Посочените като пример метали и тежки метали действат деактивиращо на катализатора. Това намалява трайността. <ul style="list-style-type: none"> Сяра, Фосфор, Олово, Живак, Арсен, Антимон, Цинк, Мед, Калай, Желязо, Никел, Хром и др. Гаранцията отпада при натрупване в катализатора на повече от 350g/Nm³ от тези елементи. Това се доказва чрез количествен анализ на образец. При всички положения в отработените газове не бива да има силициеви съединения, като например силиксани. 			

Допълнителни изисквания към горивния газ за двигатели с предкамерна система

Сума сяра	S	≤ 200	mg/10kWh	
-----------	---	------------	----------	--

Допълнителни изисквания към горивния газ при използване на предкамерен газов компресор за предкамерната система

Температура на газа при предкамерния газов компресор	мин. макс.	10 40	°C °C	В отделните случаи трябва да се проверява за повишени температури! Ако температурата на машинното помещение е <30°C, цялата линия за регулиране на налягането на газа може да бъде изолирана и подгрявана, за да бъде избегната кондензация или сублимация.
Относителна влажност на газа на входа на предкамерния газов компресор	макс.	15	отн. %	В никакъв случай кондензат в газовия участък до клапана за газ в предкамерата!

Допълнителни изисквания към горивния газ за рудничен газ в тропичния пояс между 30° северна и 30° южна ширина

Това допълнително изискване за приложенията с рудничен газ е валидно например за държавите на Централна Америка (включително Мексико), Южна Америка (с изключение на Уругвай, Аржентина и Чили), Африка, Арабския полуостров (включително Израел), Индийския субконтинент (Пакистан, Бангладеш, Индия, Шри Ланка), цяла Югоизточна Азия (включително Китай), Австралия (северно от 30° паралел) и Океания.

Относителна влажност на рудничния газ	макс.	50	отн. %	В никакъв случай кондензат в газовия участък до газосмесителя!
---------------------------------------	-------	----	--------	--

Представената таблица е само извлечение. Подробностите трябва да бъдат взети от отделните глави.

6.4 Разяснения за необходимостта от липса на кондензат

При спазване на тази ТИ никъде по компонентите, през които преминава горивният газ и сместа, не бива да се образува кондензат. Ако все пак се стигне до процес на кондензация, следните пояснения могат да бъдат полезни при търсенето на повреди.



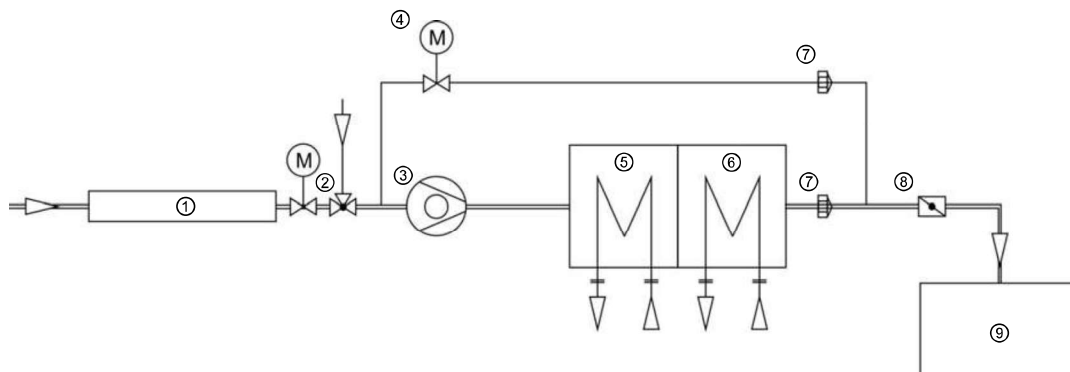
Техническа инструкция: ТА 1000-0300

Изисквания към горивния газ и горивния въздух

Най-чести видове образуване на кондензат

Газ	Свойства на кондензата	Най-честите последици за двигателя
Биогаз, газ от почистване и газ от отпадъци	Кисела вода, също и като емулсия със смазочното масло на газовия компресор	Корозия (→ износване) Обогатяване с TAN, респ. понижаване на pH в смазочното масло Въглеродни отлагания по клапаните, каналите на буталните пръстени и шлиците
Съпътстващ нефтен газ	Течни, по-висши съединения на въглеводороди Нефт и/или течни въглеводородни връзки	Отмиване на слоя смазочно масло (задиране) Горене с детонации Обгаряне на ръбовете Въглеродни отлагания по: Клапани, канали на буталните пръстени и шлице
Втечен газ, пропан	Течен пропан/бутан	Отмиване на слоя смазочно масло (задиране) Горене с детонации Обгаряне на ръбовете
Газ от процеси на газообразуване, технологични газове	Както за всички други газове	Както за всички други газове

Въздействие върху работата на двигателя



Компоненти	Въздействие	Отстраняване	Идентификация
№ ① Участък за регулиране на газа	Замърсяване на газовия филтър, издуване на мембраните, отлагане на кондензат или сублимат	Почистване или смяна на засегнатите части в съответствие с инструкциите за техническо обслужване	Визуална проверка на 10 000 работни часа (РЧ) или при неизправност
№ ② Газов смесител	Не са известни последици		



Техническа инструкция: ТА 1000-0300

Изисквания към горивния газ и горивния въздух

Компоненти	Въздействие	Отстраняване	Идентификация
№ ③ Турбокомпресор	Отлагания върху компресорното колело или по дифузера	Почистване в съответствие плана за техническо обслужване при 10 000 РЧ или според необходимостта	Трудности за постигане на пълно натоварване / намаляване на мощността
№ ④ Турбокомпресор байпасен клапан	Задръстване поради отлагане на катран; в най-лошия случай отпадане на клапана	Почистване с разтворител, може да бъде почиствано заедно с охладителя на сместа (10 000 РЧ)	Визуална проверка при 10 000 РЧ или при неизправност
№ ⑤ Охладител на сместа 1. степен	Не са известни последици		
№ ⑥ Охладител на сместа 2. степен	Задръстване поради отлагане на катран и кондензат; поради нарастваща загуба на налягане е възможно намаляване на мощността	Почистване с устройството за почистване на охладителя на сместа;	Големият пад на налягането може да бъде компенсирен частично от резервите на турбокомпресора; Индикация: Повишаване на нагнетяващото налягане
№ ⑦ Устройство срещу обратен пламък	Задръстване поради отлагане на катран; възможно намаление на мощността	Механично почистване; може да бъде почиствано заедно с охладителя на сместа (10 000 РЧ)	Големият пад на налягането може да бъде компенсирен частично от резервите на турбокомпресора; Индикация: Повишаване на нагнетяващото налягане; Температурата на компонентите е по-висока например от температурата на охладителя на сместа (~80-90°C)
№ ⑧ Дроселова клапа	Задръстване поради отлагане на катран; в най-лошия случай отпадане на дроселната клапа	Почистване с разтворител, може да бъде почиствано заедно с охладителя на сместа (10 000 РЧ)	Визуална проверка при 10 000 РЧ или при неизправност
№ ⑨ Двигател	-	-	-

Принцип за предотвратяване на неизправности вследствие на наличие кондензат в горивния газ

- При възможно образуване на кондензат, по принцип трябва да се обърнете към развойния отдел на GE Jenbacher
- Отделяне на парата чрез охлаждане и/или понижаване на налягането.
- Механично отделяне (напр. циклон или филтър за утайката) и херметично отвеждане на кондензата.



Техническа инструкция: ТА 1000-0300

Изисквания към горивния газ и горивния въздух

- Газопроводът към двигателя трябва да е конструиран по такъв начин, че да не охлажда газа допълнително (и също да не намалява налягането му още чрез съпротивления или последователно инсталирани редуциращи клапани). Ако е необходимо, тръбопроводът на горивния газ трябва да се изолира или евентуално да се предвиди съпътстващо отопление.
- Тъй като дори и при липса на кондензат в точките за проверка може да попадне известно количество кондензат в двигателя, е важно кондензатът да не съдържа образуващи киселини съставки. За да може да бъде установено със сигурност дали такива съставки липсват, трябва да се контролира стойността на рН на отделяната в сепараторите за кондензат вода. Колкото по-силна е киселината, толкова по-силно е увреждащото въздействие, дори при установяване на малки количества кондензат.

ВНИМАНИЕ



Увреждане на кожата от химически вещества! Разяждащ кондензат

При извеждане на кондензат от газовата система спазвайте задължително указанията за безопасност. При работа с кондензата носете устойчиви на киселина ръкавици.





Техническа инструкция: TA 1000-0300
Изисквания към горивния газ и горивния въздух

6.5 Контролен лист за характеристиките на качеството на горивния газ

Обща информация

Име на проекта или на инсталацията	
Местонахождение (област и/или град) на инсталацията	
Име на отговорния служител на клиента	
Контакт чрез (телефон)	
Произход на газа	
Съответствие на вида газ: природен газ (NG) Съпътстващ нефтен газ (APG) Биогаз, газ от почистване, газ от отпадъци (BG) Рудничен газ (CMG) Газове от газообразуващи процеси (GG) Технологични газове (PG) Втечен газ, пропан (LG)	

Физически свойства

Налягане на газа (от - до)	-	mbar(ü)
Температура на газа (от - до)	-	°C
Относителна влажност на газа (от - до)	-	%
Атмосферно налягане (от - до)	-	mbar

Основни компоненти Отнася се за
следните видове Обемен % Метод на измерване
газове *

	N G	A P G	B G	C M G	G G	P G	L G		
Метан CH ₄	X	X	X	X	X	X	X		
Етан C ₂ H ₆	X	X					X		
Пропан C ₃ H ₈	X	X			X		X		
Бутан C ₄ H ₁₀	X	X					X		
Пентан C ₅ H ₁₂	X	X					X		
Хексан C ₆ H ₁₄	X	X					X		
Въглероден окис CO			X		X	X			
Водород H ₂					X	X			
Въглероден диоксид CO ₂		X	X	X	X	X			
Азот N ₂		X	X	X	X	X			
Кислород O ₂			X	X	X	X			
Разни	X	X	X	X	X	X	X		

Вещества, съдържащи Отнася се за Количество mg/10kWh Метод на измерване
се в малки количества, и следните видове
примеси газове *

	N G	A P G	B G	C M G	G G	P G	L G		



Техническа инструкция: TA 1000-0300
Изисквания към горивния газ и горивния въздух

Вещества, съдържащи се в малки количества, и примеси		Отнася се за следните видове газове *								Количество mg/10kWh	Метод на измерване
Амоняк NH ₃				X		X	X				
Сумарен хлор				X		X	X				
Сумарен флуор				X		X	X				
Циановодород HCN						X					
Сероводород H ₂ S		X	X		X	X					
Сума силициево-органични съединения			X								
Сума сяра		X	X		X	X					
Ацетилен C ₂ H ₂						X	X				
Карбонилсулфид COS						X	X				
Катран	Бензол					X	X				
	Нафталин					X	X				
	Точка на оросяване на катрана					X	X	Температура	°C		
Разни		X	X	X	X	X	X	X			
Твърди частици											
< 3 µm					X	X	X				
> 3 µm					X	X	X				
Разни		X	X	X	X	X	X	X			

* Отделните позиции са релевантни, когато тези компоненти са или могат да бъдат в газа. Позициите, зададени на вида газ, са обозначени с X и са необходими във всеки случай.

Допълнителна информация:

За извършване на анализ могат да се препоръчват познати на GE Jenbacher реномирани институти.



Техническа инструкция: ТА 1000-0300

Изисквания към горивния газ и горивния въздух

6.6 Силициево-органични съединения в биогаз, газ от почистване и газ от отпадъци

Силициево-органични съединения

Силициево-органичните съединения постъпват в горивните газове от сметища, пречиствателни станции и от системи на биогаз (в зависимост от източника на биомасата). При работата на двигателите с вътрешно горене се получава силициев окис (кварцови частици), които могат да доведат до повишени разходи за техническо обслужване на машините и при определени условия до деактивиране на катализаторите за отработените газове.

В групата на силициево-органичните съединения се включват силоксаните, силаните и силанолите. Силоксаните се използват все повече в козметиката, почистващите средства и като антипенители в промишлеността, а другите вещества постъпват основно като продукти от разлагането на силоксаните в горивния газ. Тези вещества могат да са запалими, много летливи и изтичат през водните системи (утайки от отпадни води, ферменти, инфилтрационни води от отходни съоръжения).

Оценка на силициево-органичните съединения в горивния газ трябва да бъде направена задължително при следните приложения:

- Газове от сметища за битови отпадъци
- Газове от пречиствателни системи, които преработват основно битова отпадъчна вода
- Газове от системи за биогаз – в зависимост от произхода биомасата
- Газове от сметища, на които се депонират междинни продукти от силикатната химия или други съдържащи силиций продукти, както и при газове от пречиствателни системи, в които постъпват съдържащи силиций отпадни води

Докато при биогазовете и газовете от пречиствателни съоръжения тези съединения се отстраняват ефективно от сменяема системата с активен въглен на GE Jenbacher, използването на тази почистваща система за газ от отпадъци трябва да се преценява за различните случаи.

Определяне на силициево-органичните съединения

От сумата на съдържащите се в горивния газ силициево-органични съединения се изчислява сумата на съдържащите се в горивния газ силициеви атоми в $[mg/Nm^3]$. Чрез информацията за съдържанието на метан тази стойност може да бъде преизчислена в съдържание на силициеви атоми от силициево-органични съединения в $[mg/10 kWh]$.

В проектно състояние GE Jenbacher препоръчва, специално за горивни газове от депа с отпадъци, да се извърши анализ на съдържанието на силициево-органични съединения, за да се направи оценка на очакваните разходи за техническо обслужване. Резултатът от анализа дава основание на GE Jenbacher за взимане на решение дали на базата на ефективност и икономичност може да се даде препоръка за технология за почистване на газа.

Взимането на проби и анализът на силициево-органични съединения в обичайните постъпващи концентрации не може да се извърши при настоящото ниво на техниката. GE Jenbacher предлага своя собствена техника за анализ. Взимането на проба трябва да се прави само от инструктиран от GE Jenbacher специализиран персонал.

По време на работата на инсталациите се извършва определяне на замърсяването със силиций над граничната стойност в маслото. Спазването на тази граница е основание за валидността на договор за сервизно обслужване. Тази гранична стойност не дава информация за моментната стойност на замърсяването със силиций, а показва натрупаното количество силиций за времето на работа между два анализа на маслото.

Условия за взимане на проба и избор на място за взимане на проба

Определянето на силициево-органичните съединения в горивния газ винаги дава моментната ситуация при взимането на пробата. Взимането на проби може да даде годни за използване резултати, когато източникът на горивен газ, от който се взема проба, отговаря на следните условия:



Техническа инструкция: ТА 1000-0300

Изисквания към горивния газ и горивния въздух

1. Мястото на взимане на пробата може да бъде само в участък от газовата линия, през който потокът преминава постоянно и **не се образува** кондензат. Подходящи за целта са слизащи или изкачващи се тръби. При хоризонтални тръби мястото на взимане на проба задължително трябва да бъде отклонение от горната страна на тръбата. В противен случай в отклонението се събира кондензат. Взимането на проба може да доведе до неверни резултати при източване на кондензата, когато газът изглежда сух.
2. Подаването на горивен газ трябва да е било относително постоянно в продължение на 3 часа. Обемният поток на газа трябва да бъде най-малко 75 % от работния обемен поток, който се задава при работа на пълно натоварване на планираната инсталация с газов двигател. В газови тръбопроводи, които провеждат малък газов поток при взимането на проба, ще се получи погрешно измерване при кондензацията на следи от елементи по горните повърхности, съответно когато силициево-органичните съединения бъдат абсорбирани в други кондензирали следи от елементи.
3. За предпочитане е мястото на взимане на проба да се намира в зона с повишено налягане на тръбопровода на горивния газ преди планирания двигател. Възможно е обаче да се вземе проба и от тръбопроводи с понижено налягане.
4. При инсталации за газ от отпадъци трябва допълнително да се гарантира през това време налягането на всмукване да бъде със стойност, която е близка до налягането на всмукване по време на работа при пълно натоварване. Не е целесъобразно да се вземат проби от сметища, при които все още няма газови потоци, достатъчни за планираната работа на двигателя. В сметищата е приложимо взимане на проба само от газов колектор. Взимането на проби от единични газови кладенци не води до резултати, които могат да бъдат използвани по смисъла на настоящата инструкция.
5. По време на взимането на проба не трябва да се извършват никакви промени на горивопреносната инсталация, за да може да се гарантира колкото е възможно по-постоянно отлагане на следите от веществата, съдържащи се в малки количества на горивния газ.

6.7 Разяснения за сместа

В отделни случаи може да се използва замърсен горивен въздух, доколкото съдържащите се в него вредни вещества не се намират вече в максимално допустимите им концентрации в горивния газ. За целта трябва да се вземе под внимание, че съотношението на смесване зависи от състава на горивния газ и определя необходимия горивен въздух. Съотношението на сместа на газовете от газообразуващи процеси е около 4 и означава, че определен обем горивен газ се смесва с четири пъти същия обем горивен въздух. При природен газ или пропан съотношението над 20. В следващата таблица са дадени приблизителните съотношения на смесване на отделните видове газ:

Горивен газ	Съотношение на смесване горивния въздух за горивния газ (приблизително, в зависимост от проекта)
Природен газ (NG)	22
Съпътстващ нефтен газ (APG)	13
Биогаз, газ от очистване, газ от отпадъци (BG)	8
Рудничен газ (CMG)	10
Газове от газообразуващи процеси (GG)	4
Технологични газове (PG)	8
Втечен газ, пропан (LG)	24

От тук се вижда, че постъпването на вредни вещества през горивния въздух при еднаква концентрация, както в горивния газ, може да доведе до значително по-силно увреждане на двигателя.



Техническа инструкция: ТА 1000-0300

Изисквания към горивния газ и горивния въздух

Резултат от това е, че валидната за горивния газ гранична стойност за сярата от 700 mg/10kWh трябва да бъде преизчислена през съотношението на смесване за горивния въздух. По този начин за работещ на биогаз двигател се определя гранична стойност на сярата от 88mg/Nm³ за горивния въздух, доколкото в горивния газ няма никаква сяра! Съотношението на смесване съдържа преизчисляването от [mg/10 kWh] в [mg/Nm³].

В следващото приложение е даден пример за изчисление за инсталацията със замърсен горивния газ и замърсен горивен въздух.

6.8 Примери за изчисление

Пример за изчисление Концентрация на вещества, съдържащи се в малки количества SK

$$SK = \frac{\text{Измерена концентрация [mg/Nm}^3\text{]}}{\text{Калоричност [kWh/Nm}^3\text{]}} \times 10$$

Често концентрациите се дават в отнесени към обема величини, като например ppm (милионни части), същите трябва да бъдат преизчислени чрез плътността при нормални условия в mg/Nm³.

$$SK' [\text{mg/Nm}^3] = \text{Измерена концентрация [ppm]} \times \text{Плътност на елемента [kg/Nm}^3\text{]}$$

Забележка: Данните са в ppm (=10⁻⁶) и преизчисляването от kg в mg (10⁺⁶) се съкращават взаимно.

Пример за изчисление Биогаз

CO ₂	40%
CH ₄	60%
H ₂ S	260 ppm (Плътност при нормални условия = 1,52 kg/Nm ³)
Минимална калоричност	6 kWh/Nm ³ (= 60% от 100% CH ₄ = 10 kWh/Nm ³)

Стъпка 1: Преизчисляване на измерената стойност в ppm на mg/Nm³, отнесено към H₂S

$$SK'_1 [\text{mg/Nm}^3] = 260 [\text{ppm}] \times 1,52 [\text{kg/Nm}^3] \quad SK'_1 = 395 \text{ mg/Nm}^3$$

Стъпка 2: Преизчисление на отнесените към H₂S стойности в ограничената стойност на сярата в mg/Nm³

$$SK' [\text{mg/Nm}^3] = \frac{\text{Молекулна маса на сяра}}{\text{Молекулна маса H}_2\text{S}} \times SK'_1 \quad SK' [\text{mg/Nm}^3] = \frac{32}{34} \times 395 [\text{mg/Nm}^3]$$

$$SK' = 372 \text{ mg/Nm}^3$$

Стъпка 3: Преизчисление на измерената стойност в mg/Nm³ в еталонна величина (mg/10 kWh).

$$SK = \frac{372 [\text{mg/Nm}^3]}{6 [\text{kWh/Nm}^3]} \times 10 \Rightarrow SK = 620 \text{ mg/10 kWh} \quad \text{Действителна стойност}$$

$$\text{Без катализатор} \Rightarrow SK_G = 700 \text{ mg/10 kWh} \quad SK < SK_G \Rightarrow \text{наред}$$



Техническа инструкция: ТА 1000-0300

Изисквания към горивния газ и горивния въздух

Този пример на изчисление има смисъл за всички посочени в mg/10 kWh гранични стойности.

Пример за изчисление за инсталация със замърсен горивния газ и замърсен горивен въздух

Горивният въздух на системата на биогаз от горния пример съдържа серен диоксид (SO₂) в концентрация от 12 mg/Nm³.

Стъпка 1: Преизчисление на отнесената към SO₂ стойност в ограничената стойност на сярата в mg/Nm³

$$SK'' \text{ [mg/Nm}^3\text{]} = \frac{\text{Молекулна маса на сяра}}{\text{Молярна маса SO}_2} \times SK''_1 \quad SK'' \text{ [mg/Nm}^3\text{]} = \frac{32}{64} \times 12 \text{ [mg/Nm}^3\text{]}$$

$$SK'' = 6 \text{ mg/Nm}^3$$

Стъпка 2: Изчисление на допълнителната постъпила чрез горивния въздух сяра

При биогаза съотношението на смесване на горивния въздух към горивния газ е 8. Съотношението на смесване съдържа преизчисляването от [mg/Nm³] в [mg/10 kWh].

$$SK_{\text{въздух}} \text{ [mg/Nm}^3\text{]} = SK'' \times \text{съотношение на смесване} \quad SK_{\text{въздух}} = 6 \text{ [mg/Nm}^3\text{]} \times 8 \text{ [mg/10 kWh]} / \text{[mg/Nm}^3\text{]}$$

$$SK_{\text{въздух}} = 48 \text{ mg/10 kWh}$$

Стъпка 3: Изчисление на общото количество постъпила сяра

$$SK_{\text{tot}} = SK + SK_{\text{въздух}} \quad SK_{\text{tot}} = 620 \text{ [mg/10 kWh]} + 48 \text{ [mg/10 kWh]}$$

$$SK_{\text{tot}} = 668 \text{ mg/10 kWh}$$

$$SK_{\text{tot}} < SK_G \Leftrightarrow \text{наред}$$

Пример за изчисление конверторен газ

Компоненти в основния газ	Стойност	Мерна единица
Ацетилен C ₂ H ₂	< 0,1	Vol-%
Високовалентен HC (> C ₅ H ₁₂)	< 0,2	Vol-%
CO	67,75	Vol-%
N ₂	13,21	Vol-%
CO ₂	16,22	Vol-%
H ₂ O	2,52	Vol-%

Вещества, съдържащи се в малки количества, и примеси	Стойност	Мерна единица
H ₂ S	80	ppm
HF	7,1	mg/10kWh
HCl	4,0	mg/10kWh

Свойства на газа	Стойност	Мерна единица
Минимална калоричност	2,38	kWh/Nm ³

Флуороводородна и солна киселина

Стъпка 1: Изчисление на общото количество хлор

$$Cl \text{ [mg/10 kWh]} = \frac{\text{Молекулна маса хлор}}{35,4} \times Cl' \quad Cl \text{ [mg/10 kWh]} = \frac{35,4}{35,4} \times 4 \text{ [mg/10 kWh]}$$



Техническа инструкция: ТА 1000-0300 Изисквания към горивния газ и горивния въздух

Молекулна маса HCl 36,4

$$Cl = 3,9 \text{ [mg/10 kWh]}$$

Стъпка 2: Изчисление на общото количество флуор

$$F \text{ [mg/10 kWh]} = \frac{\text{Молекулна маса флуор}}{\text{Молекулна маса HF}} \times F' \quad F \text{ [mg/10 kWh]} = \frac{19}{20} \times 7,1 \text{ [mg/10 kWh]}$$

$$F = 6,7 \text{ [mg/10 kWh]}$$

Стъпка 3: Изчисление на общото количество халоген

$$Hal \text{ [mg/10kWh]} = Cl + 2 \times F \quad Hal \text{ [mg/10kWh]} = 3,9 \text{ [mg/10 kWh]} + 2 \times 6,7 \text{ [mg/10 kWh]}$$

$$Hal = 17,3 \text{ [mg/10 kWh]}$$

Стъпка 4: Сравнение на действителната стойност и зададената стойност

$$\text{Без катализатор} \rightarrow Hal_g = 100 \text{ mg/10kWh} \quad Hal < Hal_g \rightarrow \text{наред}$$

Тези примери на изчисление имат смисъл за всички посочени в mg/10kWh гранични стойности.

Пример за изчисление на експлоатационната стойност на силиция Si_g

Определяне с помощта на два анализа на маслото:

Δ Si_{съдържание в моторното масло}: Увеличаване на съдържанието на Si в двигателното масло в ppm между два анализа и

Δ Време на работа на маслото: времето на работа в часове между двата анализа на маслото.

$$Si_{\text{работен параметър}} [Si_g] = \frac{\text{Съдържание } \Delta Si_{\text{в моторното масло}} \text{ [ppm]} \times \text{Общ експлоатационен обем на маслото (l)}}{\text{Средна мощност на двигателя [kW]} \times \Delta \text{ време на експлоатация на маслото (ч)}} \times 1.1$$

Общият работен обем на маслото включва обема на маслото в маслената вана плюс обема на маслото в допълнителните маслени резервоари, когато са монтирани такива.

Обемът на пълнене се изключва безусловно.

Пример за изчисление

Увеличаване на съдържанието на Si в моторното масло между 2 проби от маслото	40 ppm
Общ работен обем на маслото	500 l
Мощност на двигателя	2000 kW
Време на експлоатация на маслото между анализите	600 h



Техническа инструкция: ТА 1000-0300 Изисквания към горивния газ и горивния въздух

$$Si_B = \frac{40 \text{ ppm} \times 500 \text{ l}}{2000 \text{ kW} \times 600 \text{ h}} \times 1.1$$

$Si_B=0.018$ Действителна стойност

$Si_{BG}=0.02$ $Si_B < Si_{BG} \Rightarrow$ наред