

ISO 13686-199 8

Первое издание 1998-05-01

**ПРИРОДНЫЙ ГАЗ.
ОПИСАНИЕ КАЧЕСТВА**

Перевод Булычева В.П.

Содержание

С

- Введение
- 1 Область применения
- 2 Нормативные ссылки
- 3 Определения
- 4 Символы, аббревиатура и единицы измерения
- 5 Параметры описания качества
 - 5.1 Состав газа
 - 5.2 Свойства газа
- 6 Отбор проб
- Приложение А (Справочное) Введение к информационным приложениям
 - А.1 Спецификация качества
 - А.2 Взаимозаменяемость
 - А.3 Природный газ, локальная система распределения
 - А.4 Кривые конденсации
 - А.5 Одоризация
 - А.6 Номинальный предел компонентов природного газа
- Приложение В (информационное) Германские правила применения DVGW-G260I - 1983, G260/II-1990. Выдержки из частей, касающихся природных газов
 - В1 Основные газы, заменяющие газы, дополнительные газы
 - В2 Стандартное состояние
 - В3 Стандартные величины
 - В4 Семейство газов. Группы
 - В5 Состав газа
 - В6 Примечания к техническим горючим газам
 - В7 Примечания по газовым составляющим и вторичным веществам газа
 - В8 Данные и руководящие значения для качества газа
- Приложение С (информационное) Европейский стандарт EN 437 "Тест-газы, давления испытания и категории оборудования"
- Приложение Д Метод взаимозаменяемости индексов АГ А
 - Д1 Пример для расчета
- Приложение Е (информационное) Метод эквивалентных углеводородов Бритиш газ
 - Е1 Предсказания на основе состава
 - Е2 Предсказания взаимозаменяемости
 - Е3 Трехмерная диаграмма предсказания

Приложение F Метод индексов Вивера

Приложение G (информационное) Французский метод для определения взаимозаменяемости (метод Дельбо)

G1 Расчет индексов взаимозаменяемости на основе химического состава газа

G2 Пределы взаимозаменяемости газов второго семейства для коммунальных приборов при 20мбар

Приложение H (информационное) Библиография

Предисловие

ИСО (международная организация по стандартизации)-это всемирная федерация национальных организаций по стандартизации (члены ИСО). Работа по подготовке международных стандартов обычно выполняется техническими комитетами ИСО. Каждый член ИСО, заинтересованный в предмете, для которого создан технический комитет, имеет право быть представленным в этом комитете. Международные организации, правительственные и неправительственные, взаимодействующие с ИСО, также принимают участие в работе. ИСО тесно сотрудничает с Международной электротехнической комиссией (МЭК) по всем вопросам электротехнической стандартизации.

Проекты международных стандартов, принятые техническими комитетами, направляются членам ТК для одобрения перед их принятием Советом ИСО в качестве международных стандартов. Они утверждаются в соответствии с процедурами ИСО, требующими одобрения по крайней мере 75% членом ТК, участвовавших в голосовании.

Международный стандарт ИСО 13686 разработан Техническим комитетом ИСО/ТК 193 "Природный газ". Он был разработан РГ2 "Описание качества" как новый и первый стандарт ИСО, относящийся к качеству природного газа. Этот стандарт связан со стандартами и документами, относящимся к анализу природного газа, измерению, сертификации оборудования и других случаях. Действительно он может оказывать влияние на любой стандарт, включенный в область природного газа.

Приложения А-Г - только для информации.

Введение

Необходимость международного стандарта на описание качества природного газа была основным доводом для создания в 1989г. ИСО/ТК 193 с установлением области деятельности, включающей вопросы стандартизации качественных спецификаций газа. Природный газ, обеспечивающий 20% первичной энергии в мире, увеличивает свой рынок, но в настоящее время не имеет общепринятого определения качества природного газа.

Чтобы удовлетворить эти требования, было решено, что общее установление требуемых параметров, (например, компоненты и свойства) должно быть определено и что стандарт не должен включать количество или пределы этих параметров.

Далее, было определено, что универсальный природный газ, подаваемый локальным распределительным системам (ЛРС), обозначаемый как "природный газ", должен быть предметом первого рассмотрения.

Таким образом, должен быть разработан данный стандарт. Информативные приложения прилагаются как примеры существующих фактических качественных спецификаций.

Этот стандарт не устанавливает качественных ограничений на "сырой" газ, транспортируемый по трубопроводам или системам сбора для обработки или переработки.

Он распространяется на природный газ, транспортируемый по трубопроводам, перед подачей в местные распределительные системы для покрытия пиковых нагрузок. По области распространения он охватывает значительный процент природного газа, реализующегося в международной торговле и при продаже местным распределительным системам.

/Название/ - Природный газ. Описание качества

1 Область применения

Данный международный стандарт устанавливает параметры, требуемые для описания обработанного и, когда требуется, смешанного природного газа. Такой газ называется в дальнейшем в данном тексте просто как "природный газ".

Основной текст данного стандарта содержит перечень этих параметров, их единицы измерения и ссылки на стандарты измерения. Информационные приложения дают примеры типичных значений этих параметров с упором на показатели здоровья и безопасности.

В определении параметров, регулирующих состав, физические свойства и следовые составляющие, внимание уделяется существующим природным газам для обеспечения их непрерывной жизненности.

Проблема взаимозаменяемости рассматривается в приложении А, пункт А.2.

2 Нормативные ссылки

Следующие стандарты содержат разделы, которые через ссылки в этом тексте, составляют разделы данного международного стандарта. Ко времени публикации все издания являются действующими. Все стандарты подвергаются пересмотру и разделы этого международного стандарта должны исследоваться с точки зрения возможности применения более поздних выпусков стандартов, указанных ниже. Члены ИСО и МЭК поддерживают перечень действующих международных стандартов в актуализированном состоянии.

- ИСО 6326-1-1989 Природный газ. Определение сернистых соединений. Часть 1. Общее руководство
- ИСО 6326-2-1981 Анализ газов. Определение сернистых соединений в природном газе. Часть 2.
Газохроматографический метод с использованием электрохимического детектора для определения пахучих соединений серы.
- ИСО 6326-3-1989 Природный газ. Определение сернистых соединений. Часть 3. Определение сероводорода, меркаптановой серы и карбонилсульфидной серы потенциометрическим титрованием
- ИСО 6326-4-1994 Природный газ. Определение сернистых соединений. Часть 4.
Газохроматографический метод с использованием пламенно фотометрического детектора для определения сероводорода, карбонилсульфида и серосодержащих одорантов.
- ИСО 6326-5-1989 Природный газ. Определение сернистых соединений. Часть 5. Метод сжигания по Лингенеру
- ИСО 6327-1981 Анализ газов. Определение точки росы влаги в природном газе. Конденсационные гигрометры с охлаждаемой поверхностью.

- ИСО 6568-1981 Природный газ. Простой анализ газовой хроматографией
- ИСО 6570-1-1983 Природный газ. Определение потенциального содержания жидких углеводородов. Часть 1. Принципы и общие требования
- ИСО 6570-2-1984 Природный газ. Определение потенциального содержания жидких углеводородов. Часть 2. Весовой метод
- ИСО 6570/3-1984 Природный газ. Определение потенциального содержания жидких углеводородов. Часть 3. Объемный метод
- ИСО 6974-1984 Природный газ. Определение водорода, инертных газов и углеводородов до C8. Газохроматографический метод
- ИСО 6975-1997 Природный газ. Расширенный анализ Газохроматографический метод. Вып. 1
- ИСО 6976-1995 Природный газ. Расчет теплоты сгорания, плотности, относительной плотности и индекса Воббе по составу.
- ИСО 10101-1-1993 Природный газ. Определение воды методом Карла Фишера. Часть 1. Введение
- ИСО 10101-2-1993 Природный газ. Определение воды методом Карла Фишера. Часть 2. Метод титрования
- ИСО 10101-3-1993 Природный газ. Определение воды методом Карла Фишера. Часть 3. Кулонометрический метод
- ИСО 10715 Природный газ. Отбор проб
- ИСО 11541-1997 Природный газ. Определение содержания воды при высоком давлении
- ИСО 12213-1-1997 Природный газ. Расчет фактора сжимаемости Часть 1: Введение и руководство
- ИСО 13443-1996 Природный газ. Стандартные условия

3 Определения

Для данного международного стандарта применяют следующие определения и пояснения.

3.1 Природный газ

Газообразное топливо, состоящее из сложной смеси углеводородов, главным образом, метана, но, в общем случае, включающее этан,

пропан и высшие углеводороды в значительно меньших количествах. Газ включает, в общем случае, некоторые инертные газы, такие как азот и диоксид углерода плюс меньшие количества следовых составляющих.

Природный газ остается в газообразном состоянии при рабочих температуре и давлении. Газ получают и обработкой "сырого" газа или сжиженного газа, если требуется, смешанием до пригодного к прямому использованию.

Природный газ - природный газ трубопроводного качества может транспортироваться в пределах данной местной системы распределения, страны или через национальные границы. Он должен соответствовать требованиям контракта между продавцом и покупателем и в некоторых случаях национальным или государственным требованиям по качеству Приложение А, пункт А 1).

3.2 Сжиженный природный газ

Природный газ, который был сжижен для хранения или для транспортирования. Жидкий природный газ регазифицируют и подают в трубопроводы для транспортирования и распределения в виде природного газа.

3.3 Заменитель природного газа

Газ переработки или смешанный газ, который взаимозаменяем по своим свойствам с природным газом. Газ переработки иногда называется синтетическим природным газом.

3.4 'Сырой' газ

Неотработанный газ, отбираемый из головок скважин через газосборную линию для обработки или переработки.

3.5 Местная (локальная) распределительная система

Газопроводы и службы, которые поставляют природный газ непосредственно покупателю.

3.6 Качество газа

Качество природного газа определяется его составом и следующими физическими свойствами:

Состав:	Физические свойства:	
Главные компоненты	Теплота сгорания	Индекс Воббе
Второстепенные компоненты	Плотность	Фактор
сжимаемости		
Следовые составляющие	Относительная плотность	Точки росы

3.7 Эталонные условия

Предпочтительные эталонные условия называются стандартными условиями, обозначаемыми знаком "S" (см. ИСО/ 13443):

$$P_s = 101,325 \text{ кПа} \quad T_s = 288,15 \text{ К}$$

3.8 Теплоты сгорания

Подразделяются на две группы: высшая теплота сгорания и низшая теплота сгорания (см. ИСО/ДИС 6976-1991):

3.8.1 Высшая теплота сгорания

Количество тепла, которое выделяется при полном сгорании в воздухе определенного количества газа в том случае, если давление, при котором происходит горение, остается постоянным и все продукты сгорания охлаждаются до одной и той же температуры что и реагенты, оставаясь при этом в газообразном состоянии, за исключением образовавшейся при сгорании воды, которая конденсируется в жидкость при вышеупомянутой температуре. Выше упомянутая температура и давление должны быть определены.

3.8.2 Низшая теплота сгорания

Количество тепла, которое выделяется при полном сгорании в воздухе определенного количества газа в том случае, если давление, при котором происходит реакция, остается постоянным и все продукты сгорания охлаждаются до той же температуры, что была у реагентов, оставаясь при этом в газообразном состоянии. Вышеупомянутые температура и давление должны быть установлены.

Как высшая, так и низшая теплоты сгорания, которые различаются на теплоту конденсации воды, образовавшейся при сжигании, могут быть установлены на молярной, массовой или объемной основе. Для объемной теплоты сгорания температура и давление должны приниматься стандартными.

Теплота сгорания может быть установлена как сухая или влажная, в зависимости от содержания паров воды в газе перед сжиганием.

Влияние паров воды на теплоты сгорания либо непосредственно измеренное, либо вычисленное, описано в приложении ИСО 6976.

Обычно, теплота сгорания, выражается как высшая объемная теплота сгорания для сухого газа при стандартных условиях.

3.9 Плотность

Масса газа, деленная на его объем при определенных условиях температуры и давления.

3.10 Относительная плотность

Масса природного газа, сухого или влажного, на единицу объема, разделенная на массу равного объема сухого воздуха при одинаковых условиях: давлении и температуры (см. ИСО 6976).

3.11 Индекс Воббе

Индекс Воббе есть мера тепловой нагрузки (мощности) газовых приборов, выведенная из уравнения потока через диафрагму. Он определяется как установленная объемная теплота сгорания, деленная на квадратный корень из соответствующей относительной плотности. Тепловая мощность для природных газов разного состава одинакова, если они имеют одинаковый индекс Воббе и находятся при одинаковом давлении газа (см. ИСО 6976).

3.12 Фактор сжимаемости

Фактор сжимаемости Z есть частное от деления объема произвольной массы газа при определенном давлении и температуре и объема этой же массы газа при тех же условиях, вычисленного для закона идеального газа.

Термины: фактор сжимаемости и Z -фактор являются синонимами фактора сжатия (см. ИСО 12213-1).

3.13 Точка росы влаги

Точка росы означает температуру, выше которой не происходит конденсации воды при определенном давлении. Для любого давления ниже, чем определенное давление, не происходит конденсации при этой точке росы (см. А.4.1 и ИСО 6327).

3.14 Точка росы углеводородов

Точка росы означает температуру, выше которой не происходит никакой конденсации углеводородов при определенном давлении.

При данной температуре точки росы имеется интервал давления, в пределах которого конденсация происходит, исключая одну точку крикондентерм (см. А4.2)

3.15 Молярный состав

Термин, используемый в случае, когда доля каждого компонента выражается как молярная (или мольная) доля или процент.

Так, X_i -мольная доля i - компонента есть частное числа молей i -компонента и числа молей всей смеси, в том же произвольном объеме.

Один моль любого химического вещества - это количество вещества в граммах, равное относительной молекулярной массе. Таблица рекомендуемых значений относительных молекулярных масс дается в ИСО 6976.

Для идеального газа мольная доля (или процент) идентична объемной доле (проценту), но это соотношение не может в общем случае применяться к поведению реального газа.

3.16 Состав газа

Концентрации основных и неосновных компонентов и следовых составляющих в природном газе, установленные при анализе.

3.17 Анализ газа

Использование метода испытания и аппаратуры для определения состава газа, как установлено в данном стандарте.

3.18 Взаимозаменяемость

Мера, до которой горючие характеристики одного газа совместимы с такими же характеристиками другого газа. Говорят, что два газа

взаимозаменяемы, если один газ может быть заменен другим газом без влияния на работе газосжигающих приборов или оборудования.

3.19 Одоризация

Природный газ обычно не имеет запаха. Поэтому для безопасности необходимо в локальные распределительные системы добавлять одорант. Это позволяет обнаружить природный газ по запаху в очень низкой концентрации.

3.20 Метановое число

Метановое число-это оценка, показывающая детонационную тенденцию газового топлива. Оно сравнимо с октановым числом нефтепродукта. Метановое число выражает объем метан в процентах в метано-водородной смеси, которая при испытании в двигателях в стандартных условиях имеет ту же тенденцию к детонации, что и проверяемый топливный газ.

4 Символы, аббревиатура и единицы

Символ/аббревиатура	Название и единицы
d	Относительная плотность
\bar{H}	Молярная теплота сгорания КДж/мол
\hat{H}	Массовая теплота сгорания МДж/кг
\tilde{H}	Объемная теплота сгорания МДж/м ³
LDS	Локальная распределительная система
M	Молекулярная масса, кг/моль
NG	Природный газ
p	(Абсолютное) давление (кПа)
SNG	Заменитель (синтез) природного газа
t	Температура, С
T	Термодинамическая (абсолютная) температура, К
V	(Газовый) объем, м ³
W	Воббе индекс (число), МДж/м ³
Z	Фактор сжимаемости
d	Плотность, кг/м ³

Индексы

d	(Объем газа) сухой
I	Низшая (теплота сгорания)
s	(Объем газа) насыщенный
S	Высшая (теплота сгорания)
w	(Объем газа) влажный

Теплота сгорания

Высшая теплота сгорания обозначается H_s ;

низшая теплота сгорания обозначается H .

Теплота сгорания должна быть приведена к условиям сжигания.

Объемная теплота сгорания должна быть установлена для стандартных условий. Обычно теплоту сгорания считают для сухого газа.

Пример

Высшая объемная теплота сгорания влажного газа для стандартных условий обозначается

$$H_{s,w}(P_s, T_s)$$

Условия сгорания для простоты не устанавливаются.

Индекс Воббе

Индекс Воббе, обозначаемый W выражается объемной величиной в Мдж/м³, где объем установлен при стандартных условиях. Индекс Воббе устанавливается в зависимости от теплоты сгорания, высшей или низшей, при стандартных условиях сухого или влажного газа и соответствующей плотности.

Пример

Высший индекс Воббе для влажного газа при стандартных условиях обозначается

$$W_{s,w}(p, T_s) = \frac{H_{s,w}(p, T_s)}{\sqrt{d_w(p, T_s)}}$$

5 Параметры описания качества

Этот раздел устанавливает различные параметры, которые могут быть отнесены к описанию качества природного газа. Выбор параметров будет зависеть от цели, для которой требуется описание, и, вероятно, не должен включать все параметры, перечисленные в данном стандарте.

5.1 Состав газа

Природный газ состоит, главным образом, из метана с меньшими количествами высших углеводородов и негорючих газов. Основные, неосновные и следовые составляющие могут быть определены как следующие.

В этом документе пределы не даются, но анализы, необходимые для определения свойств природного газа, могут быть установлены в контрактах, государственных и федеральных правилах (законах) в некоторых странах (см. информационные приложения).

5.1.1 Основные компоненты

компонент	ед. измерения	метод испытания
метан	% мол	ИСО 6568
этан		ИСО 6974
пропан		ИСО 6975
бутан		
пентан		
гексаны		
азот		
диоксид углерода		

5.1.2 Неосновные компоненты

Компонент	Единицы измерения	Методы испытаний
Водород	моль. %	ИСО 6974 ИСО 6975
Кислород		
Оксид углерода		
Гелий		

5.1.3 Следовые примеси

Компонент	Един. изм.	Методы испытаний
Сероводород	мг/м ³	ИСО 6326
Меркаптановая сера		ИСО 6326
Диалкил(ди)сульфид		ИСО 6326
Карбонил сульфид		ИСО 6326
Общая сера		

5.2 Свойства газа

5.2.1 Физические свойства

Свойства	Единицы измер.	Методы испытаний
Молярная теплота сгорания	H МДж/мол	ИСО 6976
Массовая теплота сгорания	H МДж/кг	
Объемная теплота сгорания	H МДж/м ³	
Плотность	d	
Индекс Воббе	W МДж/м ³	
Точка росы влаги	°C / K	ИСО 6327
Содержание воды	мг/м ³	ИСО 10101-1 ИСО 10101-2 ИСО 10101-3 ИСО/ПК 11541
Точка росы углеводородов	°C / K	
Содержание жидких углеводородов	мг/м ³	ИСО 6570-1 ИСО 6570-2 ИСО 6570-3

5.2.2 Другие свойства

Природный газ должен быть технически свободен от:

- воды и углеводородов в жидком виде;

- твердых частиц в количествах, вызывающих износ материалов при транспортировании и использовании;

- других газов, которые могут отрицательно влиять на транспортирование и использование газа.

Примечание: Технически свободен означает, что при существующих условиях не имеется видимых узлов упомянутых компонентов.

6 Отбор проб

Природный газ должен отбираться в согласованных точках и в порядке с использованием установленной практики с целью применения требуемых методов испытаний.

Стандарт ИСО для руководства по отбору проб (см. ИСО 10715).

Приложение А (информационное)

Введение в информационные приложения

А.1 Спецификация качества

А.1.1 Германские правила применения DVGW-G 260/1-83 G 260/2-90

(Части, относящиеся к природному газу, см. Приложение В)

Примечание. Немецкий союз по газу и воде DVGW - это техническая научная ассоциация. Ее главная цель-разработка технических правил и законов, применяемых во всей газовой и водной индустрии. Она - член DIN.

А.1.2 Французские правила, касающиеся качества газа.

Во Франции качество газа принципиально определяется двумя правительственными регулируемыми текстами(постановления министерства),которые устанавливают высшую теплоту сгорания, содержание воды и серы. Все другие спецификации качества газа должны быть уточнены, если необходимо, контрактными документами, заключаемыми между компаниями по транспортировке газа, которыми являются Газ де Франс. Эльф Аквиген Продусьон и национальным обществом газа...

Два правительственных документа могут быть представлены в виде нижеследующего:

1 Постановление от 16.09.77г.

Пределы колебания высшей теплоты сгорания природного газа.
Стандартными условиями, называемыми нормальными условиями(н), являются:

Р : 1,013 бар Т : 0 градусов С

Высшая теплота сгорания природного газа должна быть между 10,7 и 12,8 кВт ч/м³(н) в области высококалорийного газа(Н-газ) и между 9,5 и 10,5 кВт ч/м³(н) в области низкокалорийного газа(В-газ).

В действующем регулирующем тексте теплоты сгорания выражены в калориях (тх)/м³(н).

2 Постановление от 28.01.81г.

Сера и сернистые соединения компоненты в природных газах:

Газ не должен корродировать трубопроводы, т.е. не иметь компонентов, способных химически реагировать с материалами, используемыми в строительстве трубопроводов, или которые изменяют физические характеристики этих материалов.

Сероводород

Мгновенная концентрация сероводорода должна быть менее 15 мг/м³(н). Концентрация сероводорода не должна превышать 12 мг/м³(н) для периода более 8 последовательных часов.

Среднее содержание сероводорода для любого периода из 8 дней должно быть менее 7 мг/м³(н).

Сера

Мгновенная концентрация общей серы должна быть менее 150 мг/м³(н).

Вода

Точка росы должна быть ниже минус 5 гр.С при максимальном рабочем давлении газопровода.

А.1.3 Законодательство Великобритании(ЦКО в отношении качества газа.

В Великобритании имеются определенные законодательные требования в отношении качества газа. Это законодательство обуславливает стандарты чистоты и одоризации, которые должны выполняться любым поставщиком газа по трубопроводу.

Эти стандарты следующие:

Чистота

Никто не должен поставлять по трубопроводам газ, который содержит более, чем 5 мг/м³ сероводорода.

Запах

Никто не должен поставлять по трубопроводам газ, который не обладает различимым запахом.

А.2 Взаимозаменяемость

Взаимозаменяемость природных газов в данной ЛРС зависит не только от соответствующих параметров газа, но также сильно зависит от характеристик оборудования, используемого в ЛРС и от давления газа. Взаимозаменяемость может быть определена как способность распределяемого природного газа быть замененным другим без регулировки оборудования покупателей. Приборы будут продолжать работать безопасно и удовлетворительно.

Критерии для взаимозаменяемости нижеследующие:

Тепловая мощность-поток газа через диафрагму(сопло) при постоянном давлении, функция индекса Воббе.

Проскок-тенденция для пламени сокращаться по направлению к отверстию горелки и горение внутри горелки(форсунки).

Отрыв пламени - поверхность горения расширяется до отверстия горелки. Горение у отверстия прекращается и происходит выше его.

Желтый конус пламени(неполное горение)-неполное сгорание, где избыток углеводородов может (но не всегда) результатиться в неприемлемом уровне монооксида углерода. Может приводить к сажеобразованию и продолжению ухудшения сжигания(горения).

Газ-заменитель обеспечивает взаимнуюзаменяемость, если без регулировки оборудования он дает тепловую мощность, сравнимую с тепловой мощностью, обеспечиваемой газом, ранее распределяемым без проскока, отрыва пламени и желтых языков пламени.

Для проверки взаимозаменяемости имеются два пути, которые могут быть нижеследующие:

индекс Воббе или

методы предсказания, основанные на составе газа.

А.2.1 Индекс Воббе (см .приложение В. С)

Природные газы входят во второе семество газа. Кроме второго семейства могут быть определены различные группы газов. Каждая группа газов характеризуются:

-эталонным (контрольным) газом, при котором приборы работают при номинальных условиях при обеспечении соответствующего нормального давления;

-предельными газами, представляющими экстремальные вариации в характеристике используемых газов;

-давлениями испытания, представляющими экстремальные вариации в условиях снабжения приборов.

Приборы, отрегулированные на контрольный газ при нормальном давлении и показавшие удовлетворительную работу с предельными

газами при давлениях испытания, одобряются для применения в пределах этой группы газов. В этом подходе индекс Воббе является главным параметром газа, где пределы идентифицируют группу газа. Этому методу следуют Германские правила применения DVGW- G 260/1-83, G 260/2-90 (см. приложение В) и для приборов-Европейский стандарт EN 437 (см. приложение С).

Действующие определения для испытания приборов и качества газа: приведены в таблице 1

Таблица 1 Определения для испытания приборов и качества газа	
Испытательное оборудование	Качество газа
Семейство газа Семейство газа - это ряд газов с общими главными составляющими	Второе семейство -ПГ или СПГ
Группа газа Группа газа - это ряд газов в одном семействе газов вблизи контрольного газа, имеющие близкие (подобные) горючие характеристики и определяемые предельными газами и давлениями испытания	Пределы индекса Воббе в локальной распределительной системе (ЛРС)
Контрольный газ Газ, с которым приборы работают при номинальных условиях, если обеспечивается соответствующее нормальное давление	Газ в ЛРС
Предельные газы Газы, представляющие экстремальные изменения в характеристиках используемых газов	
Нормальное давление Давление, при котором приборы работают при нормальных условиях, если они работают на соответствующем контрольном газе	Давление в ЛРС
Давление испытаний Давления, представляющие экстремальные изменения в условиях снабжения приборов	Пределы давления газа в ЛРС

А.2.2 АГА-метод индексов (см.приложение Д)

В этом методе измеренные характеристики прибора в ЛРС переводятся в определенные параметры газа, основанные на составе газа. Индекс Воббе является, в основном, мерой тепловой нагрузки

прибора. Он является показателем взаимозаменяемости, но не решающим. При соблюдении установленных пределов, как определено процедурой сертификации прибора, проверка (регулирование) индекса Воббе является удовлетворительной мерой. Однако, где не существует режим сертификации приборов или для граничных случаев состава газа, существуют альтернативные методы определения взаимозаменяемости.

А.2.3. Метод эквивалентных углеводородов Бритиш газ (см. приложение Е).

Метод Бритиш газ применяется для определения взаимозаменяемости в Великобритании.

А.2.4 Метод индексов Вивера (см. приложение F)

Метод индекса Вивера вводит скорость пламени в уравнение, в частности, для отрыва и проскока пламени.

А.2.5 Французский метод взаимозаменяемости газа (метод Дельбо) (см. приложение G)

Французский метод взаимозаменяемости газа, в основном, является развитием метода Дельбо. Последний базируется на определении индексов взаимозаменяемости, показывающих пределы горения газа. В приборе при определенных условиях наличие нарушений в работе (неполное сгорание, отрыв пламени, проскок пламени, воспламенение сажи в форсунке) соответствует точному значению индекса. Удовлетворительные пределы для разных индексов были предложены оператором в 1963 после изучения образца представительных приборов, доступных тогда.

Диаграмма взаимозаменяемости, построенная, затем показывает пределы в системе координат (скорректированный индекс Воббе, потенциал горения), при которых все приборы будут действовать удовлетворительно. Любой газ разного состава может быть установлен на основе установленных в 1967г. значений.

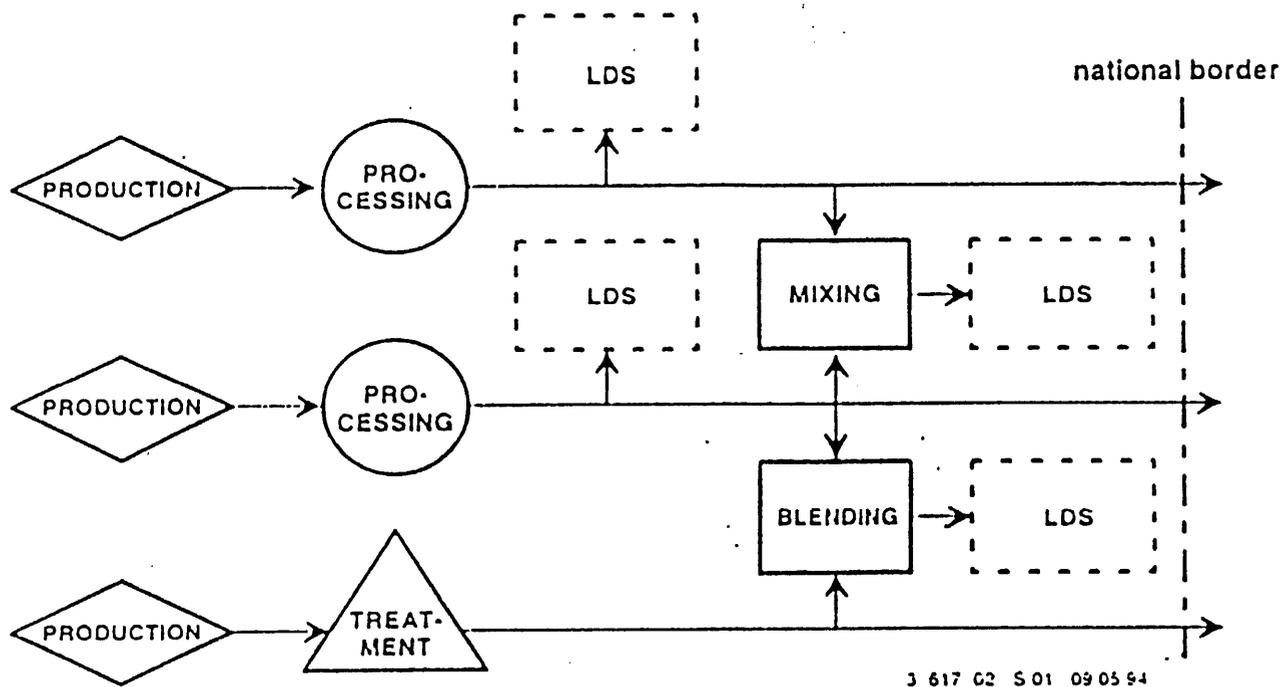
Метод расчета и диаграмма взаимозаменяемости показаны в приложении G.

Всякий раз, когда конверсия газа становится необходимым, вероятный сценарий может быть определен с помощью индексов взаимозаменяемости. Deschamps определены в общем виде индексы для газов второго семейства. Новый метод был применен в период 70-х во время перехода от газа Гронингена к газу Лак.

Примечание:

Существующие подходы к взаимозаменяемости основаны в существенной мере на опыте исследования с атмосферными горелками, приборами. Технология газовых приборов и оборудования меняется

Д.3 Природный газ. Локальная распределительная система.



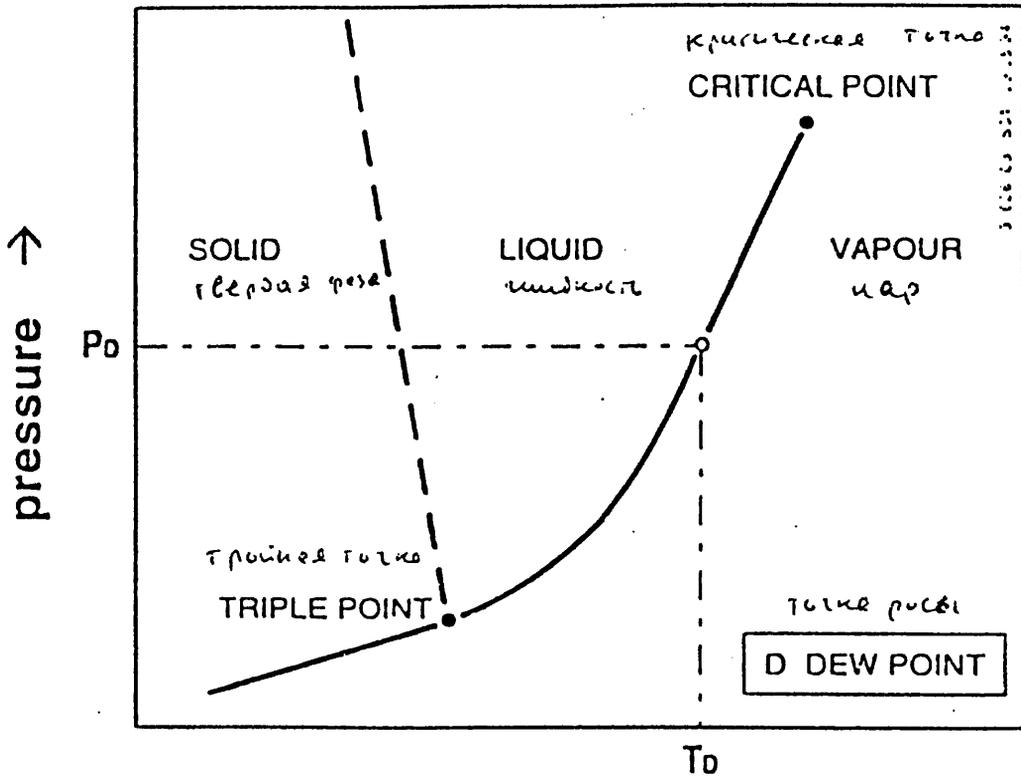
Всего

Диаграмма смешения (mixing) относится к смешению двух природных газов LDS для использования в ЛРС.

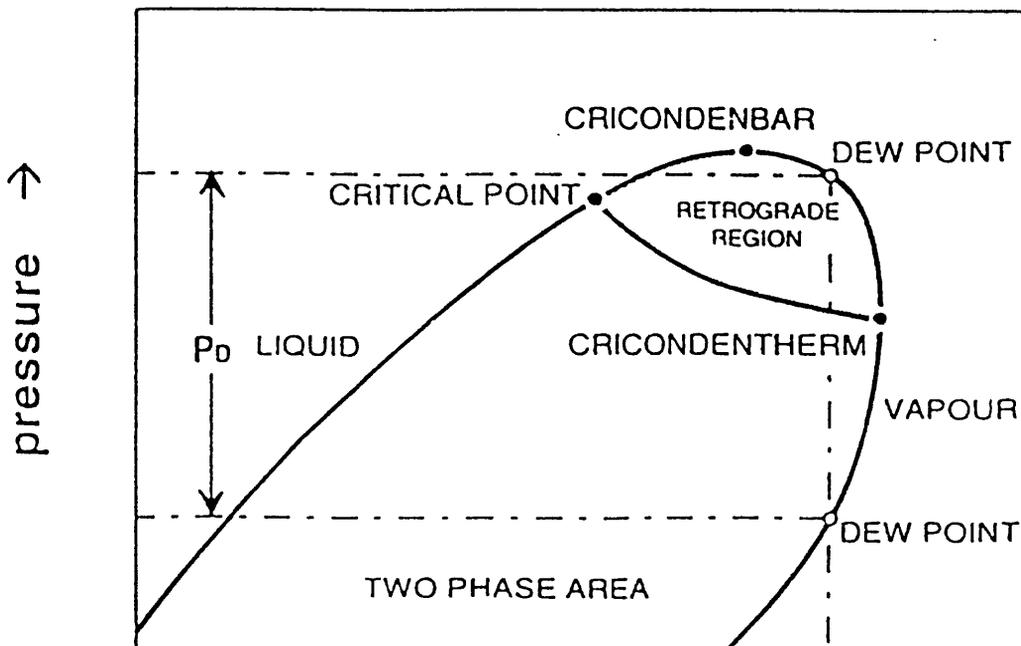
Термин смешение (blending) относится к смешению двух газов, по крайней мере один из которых не пригоден для применения в ЛРС, но результирующая смесь приемлема.

Кривые конденсации
 A 4 condensation curves

A 4.1 water *Вода*



A 4.2 hydrocarbons *Углеводороды*



быстро. Многие разработанные изделия объединяют горелки с значительно меньшим избытком воздуха.

Растет количество двигателей внутреннего сгорания. Начинается использование природного газа в двигателях транспортных средств и также других областях. Таким образом, параметры взаимозаменяемости и методики должны постоянно пересматриваться по мере того, как использование газа становится более сложным.

Европейские процедуры с использованием испытательных газов, включенные в EN 437, дают доказательства взаимозаменяемости для оборудования посредством сертификации приборов.

А 3, А 4 - на рис.

А 5 Одоризация

Природный газ одорируется на входе в ЛРС так, чтобы потребитель был встревожен при его присутствии. Тревожный уровень, состоящий в интенсивности запаха, эквивалентного двум градусамольфакта, достигаемым если концентрация газа в воздухе ниже 1%. В других случаях(уровнях) могут быть другие уровни.

Используются следующие четыре категории смесей одоранта для одоризации природных газов:

1. Смеси меркаптанов, состоящие преимущественно из третбутилмеркаптана (ТБМ) с более низкими концентрациями изопропилмеркаптана (ИПМ) и нормального пропилмеркаптана (НПМ).
2. Смеси меркаптанов с алкилсульфидами, где диметилсульфид (ДМС) и метилэтилсульфид (МЭС) являются наиболее обычно используемыми алкилсульфидами.

3. Тетрогидротиофен (ТГТ): циклический сульфид, используемый в газовой промышленности как однокомпонентный одорант.

4. Смеси ТГТ с меркаптанами.

Одоранты, используемые для одоризации природного газа, должны удовлетворять требованиям, изложенным в ИСО/ДИС 13734.

В Германии практика одоризации, особенности метода, аспекты безопасности и доза одоранта изложены в правилах применения DVGW G280, в то время как продукты, касающиеся какодорантов или контейнеров одоранта регулируются стандартами DIN 30650, DIN 30651).

А 6 Номинальные пределы компонентов природного газа

А 6.1 Европейский рынок

На Европейском рынке "Природный газ сухой" определяется следующими компонентами (все концентрации в % масс/масс), приведенные в таблице 2

Таблица А.2 Компоненты природного газа

метан	70-98 % масс
этан	0,3-18 %
пропан	< 8,0 %
бутан	< 2,0 %
пентан	< 0,5 %
азот	< 30,0 %
диоксид углерода	< 15,0 %

Содержание каждого из компонентов и примесей менее, чем 0,1% масс..

Действующие Правила N 793/93(ЕЕС) от 23 марта 1993, Природный газ, сухой, EINECS N 270-085-9, GAS N 68410-63-9).

А 6.2 Соединенные штаты

А 6.2.1 Национальный обзор

Состав природного газа в US для конечных потребителей является сложным вопросом, не имеющим "правильного" ответа. Имеются определенные различия в химических составляющих, присутствующих в природном газе, а также и в ключевых показателях, используемых для измерения качества природного газа - теплоты сгорания, относительной плотности и индекса Воббе. Существующая практика газовой промышленности, сложившаяся годами, обеспечивает саморегулирующийся контроль и дополнена контрактными выражениями (терминами) для продажи газа, недостатками управления, требованиями к качеству продукта и прагматическими требованиями для расчета объемов газа и их экономической ценности. Эти и другие факторы направлены к тому, чтобы привести ключевые (параметры) природного газа к общему уравнению.

Подавляющее большинство природного газа, поставляемого в этой стране, не описано: то, что не имеется никаких отрицательных особенностей, должно повышать интерес. Однако, имеются случаи, когда потребители получают газ, состав которого отличается от нормы. Это происходит наиболее часто в течение короткого периода при избранном числе потребителей (например, высокое требование к точке росы зимой) или, в одном случае является характерной особенностью

дневного потребления потребителями газа. Ключевым фактором в этих случаях является то, представляют ли такие составы значительное отклонение от нормы для особого (частичного) применения. Совместное усилие было сделано, чтобы включить в эту базу данных города, которые представляют как промышленную норму, так и экстремумы.

Двадцать шесть городов в 19 штатах были идентифицированы для сбора данных по составу газа. Города представляют следующие регионы и штаты приведены в таблице А.3.

Таблица А.3 регионы и штаты

Регион	Штаты
Северо-восток:	Нью-Йорк, Нью-Джерси, Пенсильвания, Род Айсленд, Массачусетс, Коннектикут
Юго-восток:	Мариланд, Джорджия, Вирджиния
Север-центр:	Иллинойс, Огайо, Мичиган, Висконсин
Юго -центр:	Техас, Оклахома, Луизиана
Горный:	Колорадо
Тихоокеанский:	Калифорния, Вашингтон

Рисунок А 1 показывает расположение этих целевых площадей по США.

А.6 2.2 Краткая национальная статистика

Методология, использованная для сбора этих данных, описана в предыдущем разделе, включая "взвешивание", основанное на объеме поставки газа для статистики по всем 26 городам. В общем, эти данные основаны на 6800 анализах газа. Средняя колонка в табл. А.4 показывает типичный состав и физические свойства природного газа для конечного использования. Колонки Минимум и Максимум иллюстрируют абсолютные экстремумы, идентифицированные в данных, тогда как 10-ые и 90-ые колонки показывают относительные экстремумы.

Таблица А.4 также показывает, что главными компонентами природного газа являются метан, этан, пропан и инертные газы - с относительно следовыми уровнями бутана или более тяжелых углеводородов. Этот факт четко иллюстрируется на рисунке А 6.2.2, показывающем средние процентные уровни метановых

Таблица А - 4. Состав природного газа и физические свойства

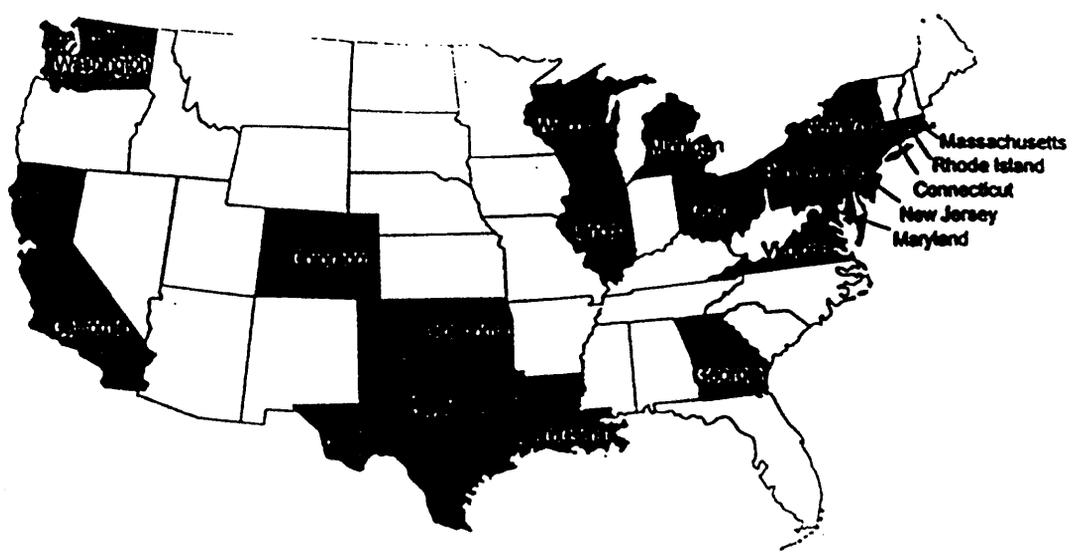
- 1-среднее; 2-минимум с пропан-воздушной смесью (П/В);
 3-минимум без П/В; 4-максимум с П/В; 5-максимум без П/В;
 6-десяти (10) процентное; 7-девяносто (90) процентное;
 8-метан (мол. %); 9-этан (мол. %); 10-пропан (мол. %); 11-C4+(мол. %);
 12-CO2+N2(мол. %); 13-теплота сгорания (МДж/м3);
 14-теплота сгорания (БТЕ/фут3); 15-относительная плотность;
 16-индекс Воббе (МДж/м3); 17-индекс Воббе (БТЕ фут3);
 18-отношение воздух/топливо (масс.); 19-отношение воздух/топливо (объем);
 20-молекулярный вес; 21-критическая степень сжатия; 22-метановое число;
 23-нижний предел взрываемости; 24-отношение водород/углерод.

TABLE A.4

	1	2	3	4	5	6	7
	Mean	Minimum With P/A	Minimum W/O P/A	Maximum With P/A	Maximum W/O P/A	10 th %-ile	90 th %-ile
8 Methane (Mole %)	93.9	55.8	74.5	98.1	98.1	89.6	96.5
9 Ethane (Mole %)	3.2	.5	.5	13.3	13.3	1.5	4.8
10 Propane (Mole %)	.7	.0	.0	23.7	2.6	.2	1.2
11 C4 + (Mole %)	.4	.0	.0	2.1	2.1	.1	.6
12 CO2 + N2 (Mole %)	2.6	.0	.0	15.1	10.0	1.0	4.3
13 Heating Value (MJ/m ³)	38.46	36.14	36.14	45.00	41.97	37.48	39.03
14 Heating Value (BTU/scf)	1033	970	970	1208	1127	1006	1048
15 Specific Gravity	.598	.563	.563	.883	.698	.576	.623
16 Wobbe Number (MJ/m ³)	49.79	44.76	44.76	52.85	52.85	49.59	50.55
17 Wobbe Number (BTU/scf)	1336	1201	1201	1418	1418	1331	1357
18 Air/Fuel Ratio (Mass)	16.4	12.7	13.7	17.1	17.1	15.9	16.8
19 Air/Fuel Ratio (Volume)	9.7	9.1	9.1	11.4	10.6	9.4	9.9
20 Molecular Weight	17.3	16.4	16.4	25.5	20.2	16.7	18.0
21 Critical Compression Ratio	13.8	9.7	12.5	14.2	14.2	13.4	14.0
22 Methane Number	90.0	34.1	73.1	96.2	96.2	84.9	93.5
23 Lower Flammability Limit, %	5.00	4.30	4.56	5.25	5.25	4.84	5.07
24 Hydrogen: Carbon Ratio	3.92	3.24	3.68	3.97	3.97	3.82	3.95

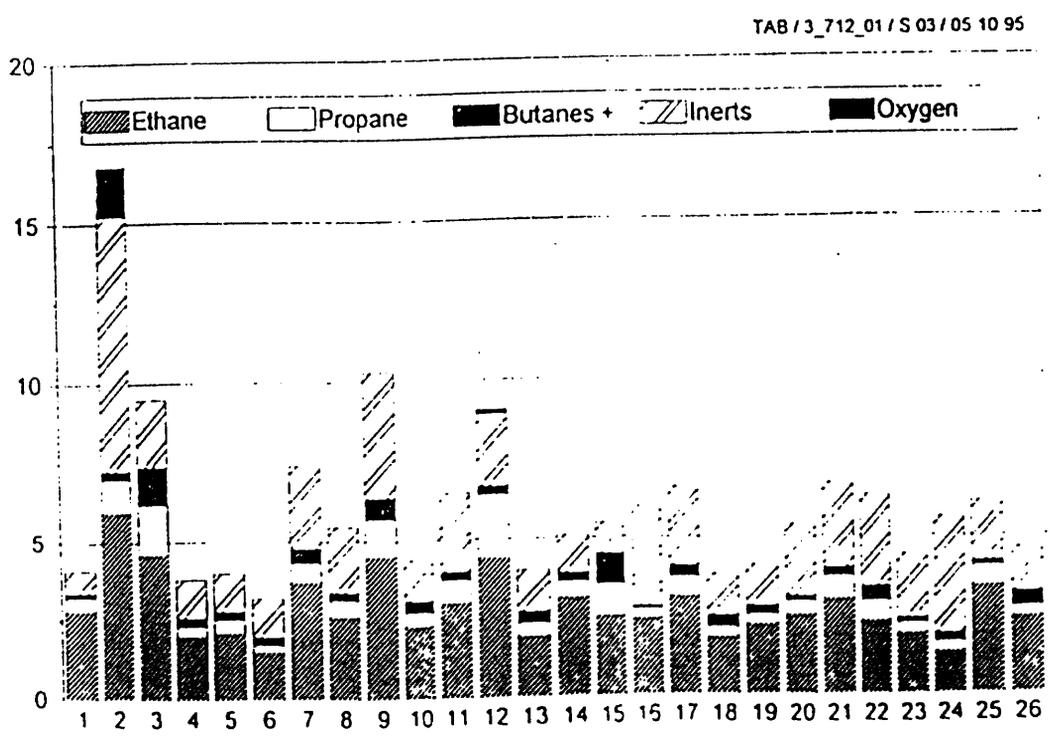
A.1

Рисунок А.1 Обзор площадей регионального распределения газового состава



A.2

Рисунок А.2 Неметановые составляющие в природном газе



составляющих, найденных в природном газе для каждого из 26 городов (в мол. % или по существу эквивалентных объемных процентах). Значения (величины) в таблице А 4 также отмечают несколько экстремальных величин, которые установлены пропан-воздушной смесью для пиковых нагрузок. Рассмотрение этих газов в трех городах заметно влияет на максимальные и минимальные национальные значения, как отмечено ранее. Средние и процентные значения, однако, показывают незначительную разницу или вообще не показывают сравнительно с тем, когда не рассматривают пропан воздушные газы.

Приложение В (информационное)

Германские правила DVGW G 260/1-апрель 1983
G 260/2-март 1990

Выдержки из частей, относящихся к природному газу.

В.1 Основные газы, газы- заменители ,дополнительные газы

Основные газы, это газы обычно распределяемые в районе поставки.

Чтобы выполнить требования в пиковом газоснабжении, в некоторых случаях необходимо кондиционирование газа. Это может быть выполнено:

Газовыми заменителями, являющимися газовыми смесями с отличным от основного газа составами, разными характеристиками, но ведущими себя в горелках и в оборудовании также, как и основной газ при том же давлении. Они могут быть использованы вместо поставляемых газов без ограничения.

Дополнительными газами-газами, которые являются газовыми смесями по составу и техническим характеристикам, отличающимися от основного газа. Они могут быть добавлены к основному газу в ограниченных количествах, причем уровень добавки определяется требованиями к одинаковой характеристике смеси в горелке.

В.2 Стандартное состояние

Для сопоставления величин, зависящих от состояния, следует использовать стандартное состояние. Оно указывается, используя знак "n" как индекс.

Стандартное давление $P_n = 1,01325$ бар

Стандартная температура $T_n = 273,15$ К (=0 гр.С)

L и H(в соответствии с таблицей DVGW G 260-1983^ 2-ое семейство, стр.35).

Третье семейство газов

включает все сжиженные газы в соответствии с DIN 51622.

Четвертое семейство газов

включает все углеводород/воздушные смеси, изготовленные из сжиженных или природных газов и воздуха.

В.5 Состав газа

Газы содержат главные составляющие и вторичные вещества.

- Главные составляющие газа определяются как объемные, молярные или массовые доли в процентах. Они также определяют отнесения топливных газов к семействам газов.

- Вторичные вещества могут присутствовать в виде газа, жидкости и твердых частиц. Концентрация определяется в мг/м3, см/м3 (также ppm), мг/кг (также ppm) для большинства газообразных вторичных веществ, или может быть использована спецификация, которая относится к поведению газа во время транспорта:

В.5.1 Индекс Воббе W_o, W_u Единица измерения: кВт-ч/м3, Мдж/м3

Индекс Воббе является характеристикой для тепловой мощности.

Топливные газы различных составов с одинаковым индексом Воббе дают одинаковую тепловую мощность на горелку при равном давлении (давлении потока).

Оно, как правило, относится к стандартному состоянию.

Верхнее значение индекса Воббе $W_{o,n}$ есть частное деления высшей теплоты сгорания $H_{o,n}$ и квадратного корня из относительной плотности d .

Нижнее значение индекса Воббе $W_{u,n}$ есть частное от деления высшей теплоты сгорания $H_{u,n}$ и квадратного корня относительной плотности d

$$W_{o,n} = \frac{H_{o,n}}{\sqrt{d}} \text{ или } W_{u,n} = \frac{H_{u,n}}{\sqrt{d}}$$

В.5.2 Расширенный индекс Воббе $W_{o,e}; W_{u,e}$

В дополнение к субстанциям, уже включенным в индекс Воббе, расширенный индекс Воббе принимает во внимание давление потока P_e (мбар) и его влияние на истекающий газ и, следовательно, на тепловую нагрузку:

$$W_{o,e} = W_{o,n} \times \sqrt{p_i} \quad \text{или} \quad W_{u,e} = W_{u,n} \times \sqrt{p_i}$$

В.5.3 Относительный индекс Воббе

В относительном индексе Воббе $W_{o,отн.}$ или $W_{u,отн.}$ индекс Воббе газа относится к индексу Воббе метана как безразмерная величина он обеспечивает прямое сравнение разных топливных газов. Относительный индекс Воббе поэтому по определению равен единице.

В.6 Примечания к техническим горючим данным

Индекс Воббе, высшая теплота сгорания

Для разных семейств газов и их групп обусловлены общие пределы относительные величины и пределы отклонений, которые прежде всего ориентированы на поведение газа при горении в газовых приборах стандартной конструкции и соответствуют индексу Воббе или высшей теплоте сгорания газа.

Общий диапазон семейства газа или группы определяется верхним и нижним предельными значениями. Превышение верхнего предела не допускается, а снижение ниже нижнего предела - только в определенных случаях (см. ниже).

- Нормированная величина - это характерный индекс Воббе или высшая теплота сгорания в каждом случае в соответствии с семейством газов или группы. В первом и втором семействе она должна основываться на характеристике газового прибора.

- Диапазон колебаний означает диапазон, в пределах которого индекс Воббе или высшая теплота сгорания могут колебаться. Это относится к относительной величине или к определенному значению, которые в отдельном случае могут отклоняться.

Если газовые приборы во втором семействе газов отрегулированы по нормированному значению группы, верхний предел общего диапазона этой группы и верхний предел диапазона колебаний являются идентичными. Если нижний уровень для газового прибора выбирается в каждом особом случае по определенной причине, часть общего диапазона выше верхнего предела диапазона колебаний не может быть использована для соответствующей области потребления.

Индекс Воббе или высшая теплота сгорания в области потребления могут отклоняться ниже нижнего предела общего диапазона при

условии, что соблюдаются технические условия для нормальной работы газовых приборов: при соответствующих условиях можно работать ниже этого предела вплоть до ограниченного значения.

В.7 Примечания по газовым составляющим и вторичным веществам газа

Главными составляющими топливных газов, которые распределяются в коммунальном газоснабжении, являются, например, водород, метан и жидкие газы. Кроме того, ряд вторичных веществ может содержаться или в виде газа, или в виде жидких или твердых частиц. Они либо первоначально присутствуют в газе, либо образуются при переработке, которая применяется, либо добавляются к газу как вещество, имеющее преднамеренный эффект или возникаю при транспорте газа.

В 7.1 Углеводороды

Количество высших насыщенных и ненасыщенных, а также ароматических углеводородов в газах должно быть ограничено для с точки зрения распределения и поведения при горении. Концентрация, допустимая для нормального горения зависит не только от типа углеводородов, но также от содержания в газе водорода и кислорода.

Двуокись углерода также благоприятствует горению ненасыщенных ароматических углеводородов в сравнении с азотом, особенно, в диффузионных горелках.

Газы первого семейства газов с концентрациями вплоть до 10г/м³ бензола горят удовлетворительно, если содержание водорода не менее 50 % по объему. Если содержание водорода ниже, то либо концентрация бензольных углеводородов должна быть снижена, либо увеличено содержание кислорода. Бензольные углеводороды означают сумму жидких углеводородов при комнатной температуре, определяемых газовой хроматографией как C5 + углеводороды. "Нафталин" это сумма ароматических углеводородов, аналитически определяемых как пикраты.

Газы второго семейства могут содержать конденсирующие углеводороды, включая ароматические углеводороды, при рабочих условиях в зависимости от происхождения и метода обработки. Они могут осаждаться (ретроградная конденсация) при определенных рабочих условиях, если газ расширяется ниже давления обработки.

Газовоздушные смеси, содержащие сжиженный газ, должны быть постоянными по составу, чтобы гарантировать, что конденсация предотвращена при давлении и температуре в системах распределения.

Конденсация углеводородов, определяется типом и количеством конденсируемых компонентов, содержащихся в газе, давлением и температурой. Ограничение обычно определяется условием точки конденсации, т.е. температурой, выше которой не должна происходить конденсация углеводородов, при определенном интервале давлений.

В 7.2 Вода

Газы, сжимаемые до высокого и среднего давления, должны быть как можно более сухими, т.е. должны иметь относительную влажность менее 60%, чтобы избежать коррозии и образования газовых гидратов.

Спецификации разрабатываются в случае углеводородов, как правило, путем установления точки росы, т.е. температуры, выше которой не происходит конденсация воды при определенном давлении.

В 7.3 Кислород

Кислород в газах, содержащих пары воды, вызывает коррозию. Допустимое содержание кислорода зависит, следовательно, от относительной влажности газа.

Верхний предел диапазонов (дан в табл. 1 и 2) может быть превышен, если углеводород /воздушные смеси используются как газы-заменители или дополнительные газы.

В 7.4 Оксид углерода

Содержание CO зависит от сырья, из которого вырабатывается газ, и рабочих условий производства.

Содержание CO ограничивается в газах первого семейства. Установленное значение может быть превышено в существующих сооружениях.

Газ из крекинг -установок газификации угля должен иметь содержание CO менее 3% объема.

В 7.5 Диоксид углерода

Диоксид углерода может присутствовать либо за счет процесса производства газов, либо за счет естественного присутствия в газах. Во влажных газах диоксид углерода может вызывать коррозию. Осушка газа с удалением CO₂ предпочтительна как мера предупреждения коррозии.

В 7.6 Туман, пыль

Присутствие тумана (смола, масла, гликоль и другие вязкие жидкости) в газе зависит от используемого метода обработки. Компрессорные станции также могут в определенных случаях вызывать масляный туман в газе.

Если жидкости вводятся в газ, чтобы обнаружить течи в соединениях и связать пыль в системе трубопроводов, добавки должны быть так достаточно ограничены, чтобы гарантировать горючие характеристики

газов и отрицательно не влиять на функционирование газовых приборов.

Пыль может образовываться при производстве (добычи) газов. Более того, образование пыли нельзя полностью избежать в трубопроводах, благодаря химической реакции и коррозии. Адекватная мера должна быть обеспечена для последующего отделения или связывания. Образование пыли в системах распределения может быть снижено за счет того, что нормирование значения веществ, предупреждающих коррозию, не должно быть превышено.

"Технически свободный" означает, что конденсат, туман, и пыль достаточно удалены, чтобы обеспечить работу газовых приборов и газового оборудования стандартной или нормальной конструкции. Точный контроль тумана и содержания пыли и, следовательно, установление нормы в спецификациях, в настоящее время, не возможны.

В 7.7 Окислы азота, аммиак и гидроцианистая кислота

Газы 1-го семейства могут содержать окислы азота, аммиака и гидроцианистая кислота, количество которых при нормальной очистке газа определяется составом исходного сырья, и рабочими условиями производства газа.

Если используется колосниковый (дымовой) газ как дополнительный для кондиционирования, внимание должно быть уделено содержанию окислов азота.

В 7.8 Сероводород

Сернистые вещества в газе - это сероводород, сульфоксид углерода, сульфиды, сероуглерод и меркаптаны и тиофены.

Содержание сероводорода в промышленных газах зависит от сырья и очистки газа; для природных газов - это зависит от газовых залежей и метода обработки.

Содержание серы в газах отрицательно влияет на срок службы трубопроводов и приборов потребителей, поэтому оно ограничивается для всех топливных газов.

В.8 Данные и руководящие значения для качества газа

Газы в отношении их технических горючих данных и содержания их главных компонентов и вторичных составляющих должны соответствовать приведенной таблице.

Все газы, которые подаются на коммунально-бытовое потребление как часть системы коммунального потребления, должны иметь предупреждающий запах.

Таблица В.1 DVGW G 620/1:1983 Второе семейство газов
Технические характеристики

Показатели	Обозначение	Единицы измерения	Группа L	Группа H
Индекс Воббе	$W_{и,л}$			
Общий диапазон		кВт ч/ м ³ МДж/ м ³	10,5 - 13,0 37,8 - 46,8	12,8 - 15,7 46,1 - 56,5
Относительное значение		кВт ч/ м ³ МДж/ м ³	12,4 44,6	15,0 54,0
пределы отклонения в локальной области потребления	$W_{о,л}$	кВт ч/ м ³	+ 0,6 - 1,2	+ 0,7 - 1,4
высшая теплота сгорания		кВт ч/ м ³ МДж/ м ³		8,4 - 13,1 30,2 - 47,2
Относительная плотность	d			0,55 - 0,70
Давление в сети Общие пределы Номинальное значение	P_s	мбар мбар		18 - 24 20

Таблица В.2 Вторичные примеси в газе. Максимальные значения

Конденсируемые углеводороды	Температура грунта	
Точка конденсации	°C	при давлении в трубопроводе
Вода Точка росы Туман, пыль, жидкость	°C, температура грунта	при давлении в трубопроводе
Содержание O_2 по объему для сухой сети труб	%	3
для влажной сети труб	%	0,5
Общая сера фазовая концентрация	мг/ м ³ мг/ м ³	120 150
Меркаптановая сера фазовая концентрация	мг/ м ³ мг/ м ³	6 * 16
Сероводород	мг/ м ³	5
*) Значение (норма) содержания меркаптановой серы в 6 мг/ м ³ в настоящее время поддерживается не для всех природных газов.		

**Приложение С (информационное)
Европейский стандарт EN 437**

**Газоиспользующее оборудование,
Испытательные газы, давление испытания и категории
оборудования**

Таблица С.1 Давления испытания для газовых групп второго семейства согласно EN 437

Группа газа	Давление испытания (в мбар)		
	Rном	Rмин	Rмакс
H	20	17	25
E	20	17	25
Es	20	17	25
Ei	25	20	30
L	25	20	30
LL	20	18	25

Таблица С.2 Испытательные газы во втором семействе согласно EN 437

Обозначение газа	Состав, %, объемн.				Wss Мдж/м ³	Hss Мдж/м ³	ds	Тип газа группа
	CH ₄	H ₂	C ₃ H ₈	N ₂				
G 20	100	-	-	-	50,72	37,78	0,555	контр.газ, гр.Н-Е-ES
G 21	87	-	13	-	54,75	45,28	0,684	неполн.горение гр.Н-Е-ES
G 222	77	23	-	-	47,87	31,86	0,443	проскок, гр. Н-Е-LL-Es
G 23	92,5	-	-	7,5	45,66	34,95	0,586	отрыв, гр. Н
G 231	85	-	-	15	40,90	32,11	0,617	отрыв, гр.Е-Ei
G 24	68	20	-	12	52,09	39,55	0,577	перегрев, гр.Н-Е
G 25	86	-	-	14	41,52	32,49	0,612	контр.газ, гр. L-LL-Ei
G 26 *	80	-	7	13	44,83	36,91	0,678	неполн.горение, гр. L-LL-Ei
G 27	82	-	-	18	39,06	30,98	0,629	отрыв, гр. L.
G 271	74	-	-	26	34,36	27,96	0,662	отрыв, гр. LL

* Отрыв пламени, группа Es

**Приложение Д (инфоомаационное)
Метод индексов взаимозаменяемости А.Г.А.**

Программа взаимозаменяемости А.Г.А.(А.Г.А.), Каталог N XH 8810 используют метод индексов, основанный на исследовании А.Г.А.(бюллетень 36), взаимозаменяемости любых топливных газов с природным газом, метода индексов Вивера, методики и констант детонации для определения совместимости газов. Все методы

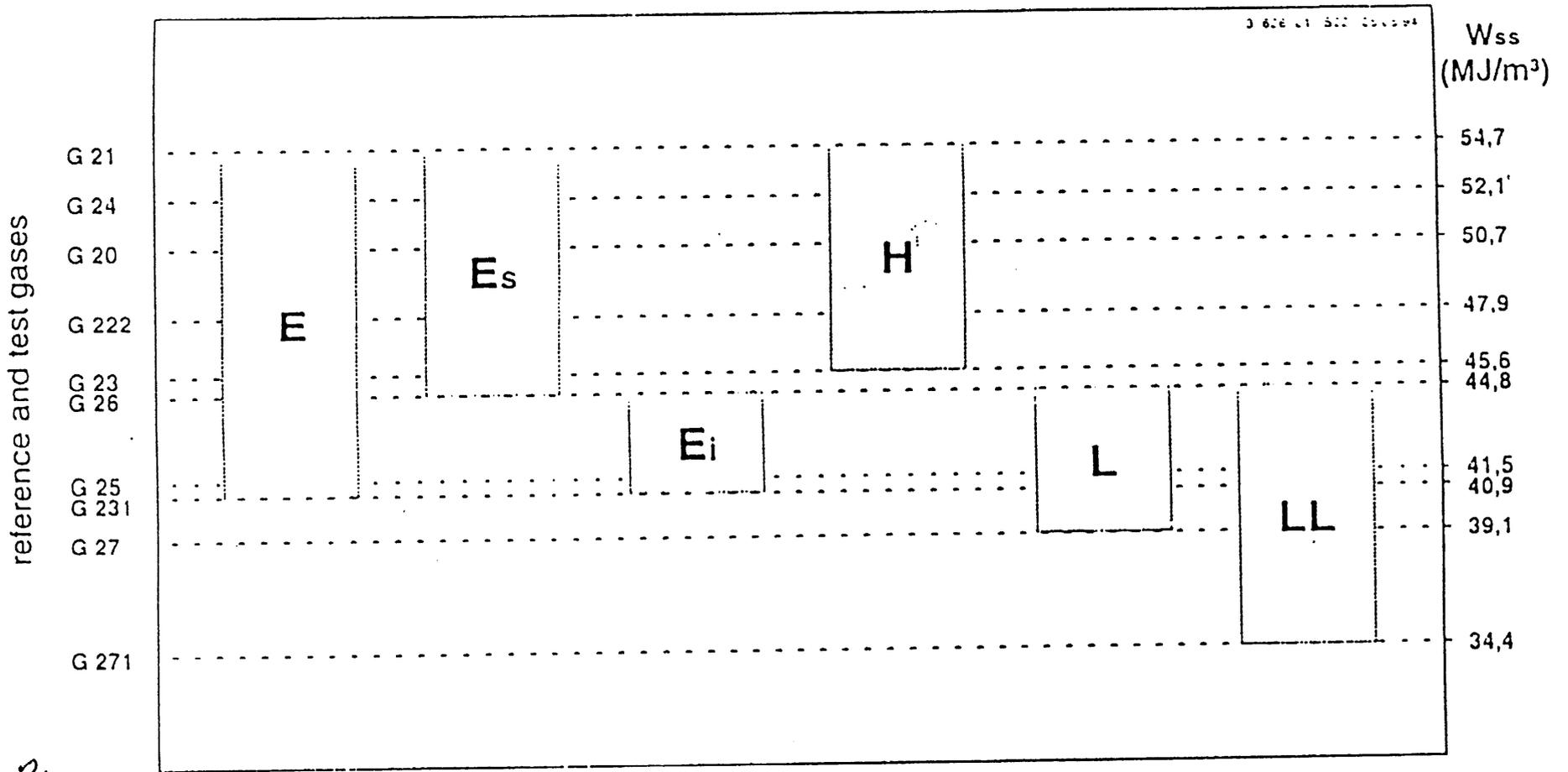


Рис.

с. 1

Gas groups and test gases in the 2nd family according to EN 437

Группы газа и испытательные газы во второй семье в соответствии с EN 437

включают регулировочный газ и газ-заменитель. Методы индексов А.Г.А. и Вивера требуют полного анализа компонентов газа, но метод констант детонации использует только высшее значение теплоты сгорания сухого газа и относительную плотность. Только метод индексов А.Г.А. дает этому объяснение.

Взаимозаменяемость в А.Г.А. программе определяется вычислением индексов для отрыва, проскока пламени, и желтого конусаламени (полного горения) и установлением предпочтительных и нежелательных пределов для каждого. Уравнения, используемые для индивидуальных индексов были выведены экспериментально в работе "Бюллетень 36". Точно взаимозаменяемый газ тот, если регулировочный газ и газ-заменитель имеют одинаковый состав, давая значения I_i , I_u и I_f равными единице. Предпочтительные пределы соответствуют этим значениям. Нежелательные пределы это значения, которые точно обеспечивают удовлетворительную работу. Эти значения определяются испытанием разных приборов с установкой их на регулировочный газ и изменением газовых смесей до тех пор, пока соблюдается взаимозаменяемость трех критериев, именно: отрыв, проскок и желтый конус пламени.

Д.1 Пример для вычисления.

Д.1.1 Природный газ второго семейства

Составы Н-группы регулировочных (эталонных) и предельных газов, как установлено в EN 437, положены в А.Г.А.- программу. Составы этих газов даются под заголовком "Испытательные газы". Выдержки из оригинальной программы в виде рабочих листов прилагаются и отмечаются предельные значения индексов. См. рабочий лист 1, 2 и 3. Ниже приведены две таблицы, образованные из результатов вычислений данного ряда. Регулировочный газ - предельный газ.

Таблица Д.1 представляет значения индексов, вычисленных как для АГА, так и метода Вивера. Любое нарушение диапазона индексов, которое было установлено, будет отпечатано рядом с сомнительным индексом. Отметим, что индекс желтого пламени цитируется в качестве АГА 36 предсказанных проблем. Это замечание не соответствует для расчета Н-газа, т.к. его критерии основываются на различных режимах. Одна из особенностей программы - это способность включать новые предельные значения индекса, которые могли бы быть здесь, так как G 21 является предельным газом для индекса "желтое пламя". Так примечание не должно касаться I_u 0,762 (лист 1). Таблица Д.2 содержит значения разных свойств, относящихся к регулировочному

газу и газам-заменителям. Они включают высшую теплоту сгорания для сухого газа, относительную плотность, индекс Воббе и ряд других факторов, используемых в вычислении взаимозаменяемости. Уравнения, используемые для вычислений АГА здесь не приводят, но доступны через АГА, если желательно.

Для легкости понимания эта концепция изображена в виде граничных пределов взаимозаменяемости для Н-газа (рис. 1). Она изображает граничный прямоугольник с АГА индексами в качестве Координат, используя I_u как абсциссу. Предпочтительные значения лежат внутри прямоугольника. Нежелательные значения образуют пределы. Составы газов, попадающие внутрь прямоугольника, являются заменяемыми; составы газов вне прямоугольника - не взаимозаменяемы.

Каждому газу соответствуют две точки на графике, именно I_{Lu} против I_{Lu} и I_f против I_{Lu} .

Как следствие взаимозаменяемости граничного прямоугольника, необходимо определить, что индекс Воббе газа-заменителя находится в пределах. Индекс Воббе относится непосредственно к BTU/ч (МДж/ч) мощности газовых приборов. Отношение индекса Воббе регулирующего и заменяющего газов дает процент изменения (плюс или минус) в мощности. Индекс Воббе часто считают мерой взаимозаменяемости, но он является скорее указывающим, чем решающим. Однако, он является положительной мерой способности прибора выполнять свою функцию и, таким образом, должен оставаться в пределах.

В США допускается изменение плюс или минус 10%. Европейские пределы более узкие, поскольку относятся к составам предельных газов. Индекс Воббе граничного прямоугольника показан в графе 2 для Н-газа.

Таблица Д.1 Тест-газы, используемые в качестве примера для пояснения АГА метода

Н-газ -эталонный газ и предельные газы

Эталонный	G 20 (Г 20)	(метан 100%)
Желтое пламя	G 21 (Г 21)	(метан 87%, пропан 13%)
Проскок	G 222 (Г 222)	(метан 77%, водород 23%)
Отрыв	G 23 (Г 23)	(метан 92,5% ,азот 7,5%)

АГА Рабочий листок 1

Желтый конус пламени G 20(эталонный газ) G 21(заменяющий газ)

Индексы взаимозаменяемости

А.Г.А. бюллетень 36:

Индекс отрыва Ii	0,941	
Индекс проскока If	1,034	
Индекс желтого пламени Iy	0,762	А.Г.А.36 Предсказывает проблему с Iy
	I/Iy 1,312	Предельное значение
Метод Вивера:		
Отношение теплот	1,078 JH	Превышает пределы
Начальное отношение в воздухе	1,078 JA	
Отрыв	7,118 JL	
Проскок	0,073 JF	
Желтое пламя	0,314 JY	Метод Вивера показывает желтое пламя
Неполное горение	0,116 LJ	Метод Вивера показывает неполное горение

Параметры газа

	Регулирующий газ	Газ-заменитель
1 Сжимаемость	0,99801	0,99678
2 Теплота сгорания	1014,0	1212,2
3 Молярная масса	индекс	19,690
4 Относительная плотность	0,5547	0,6817
5 Индекс Воббе	1361,4	1468,2 пред. значение
6 Фактор Кноу	1126,5	1256,2
7 Перв.воздух(куб.фут)	9,52	11,38
8 П/с отношение	4,0	3,59
9 (С 100%)	-	26
10 Скорость горения	14,06	14,58
11 Постоянная отрыва	0,670	0,834
12 Постоянная желтого пламен	213	317
13 Предельная К отрыва	1,208	1,223
14 Перв.воздух f (36)	0,7345	0,6811
15 Воздух по 100 BTU	0,9392	0,9389
16 Пределы желтого пламени Y	22,89	27,56

А.Г.А. Рабочий листок 2

Проскок -G 20(эталонный газ), G 222(заменяющий газ)

Индекс взаимозаменяемости

А.Г.А. бюллетень 36:

Индекс отрыва П	0,868	
Индекс проскока If	1,198	Предельное значение
Индекс желтого пламени Iy	1,16	
	1/Iy	0,862
Метод Вивера:		
отношение теплот	0,944	ЛН Метод Вивера превышает пределы
начальное отношение воздуха	0,926	JA
отрыв	1,423	JL
проскок	0,640	JF Метод Вивера показывает проскок
желтое пламя	минус 0,074	JY
неполное горение	минус 0,128	Л

Параметры газа

	Регулирующий газ	Газ-заменитель
1 Сжимаемость	0,99801	0,99897
2 Теплота сгорания	1014,0	854,8
3 Молярная масса	16,043	12,817
4 Относительная плотность	0,5547	0,4428
5 Индекс Воббе	1361,4	1284,7пред.знач.
6 Фактор Кноу	1126,5	1021,7
7 Перв.воздух(куб.фут)	9,52	7,88
8 п/с отношение	4,00	4,60
9 (С 100%)	--	--
10 Скорость горения	14,06	21,61
11 Постоянная отрыва	0,670	0,654
12 Постоянная желтого пламени	218	168
13 Предельная К отрыва	1,208	1,477
14 Перв.воздух f (36)	0,7345	0,7784
15 Воздух по 100 BTU	0,9392	0,9219
16 Пределы желтого пламени I	22,89	21,30

А.Г.А. Рабочий листок 3

Отрыв G20 (эталонный газ), G23(газ-заменитель)

Индекс взаимозаменяемости

А.Г.А. бюллетень 36:		Предсказывает проблему
Индекс отрыва П	1,126	А.Г.А. с отрывом.Предельное
Индекс проскока If	1,021	значение -----
Желтое пламя индекс Iy	1,177	-----
1/Лу	0,850	
Метод Вивера:		Метод Вивера
Отношение теплот	0,900	ЛН Превышает пределы
Начальное отношение воздуха	0,900	JA
Отрыв	0,860	Л
Проскок	0,095	ЛF
Желтое пламя	-0,100	ЛY
Неполное сгорание	-0,100	Л

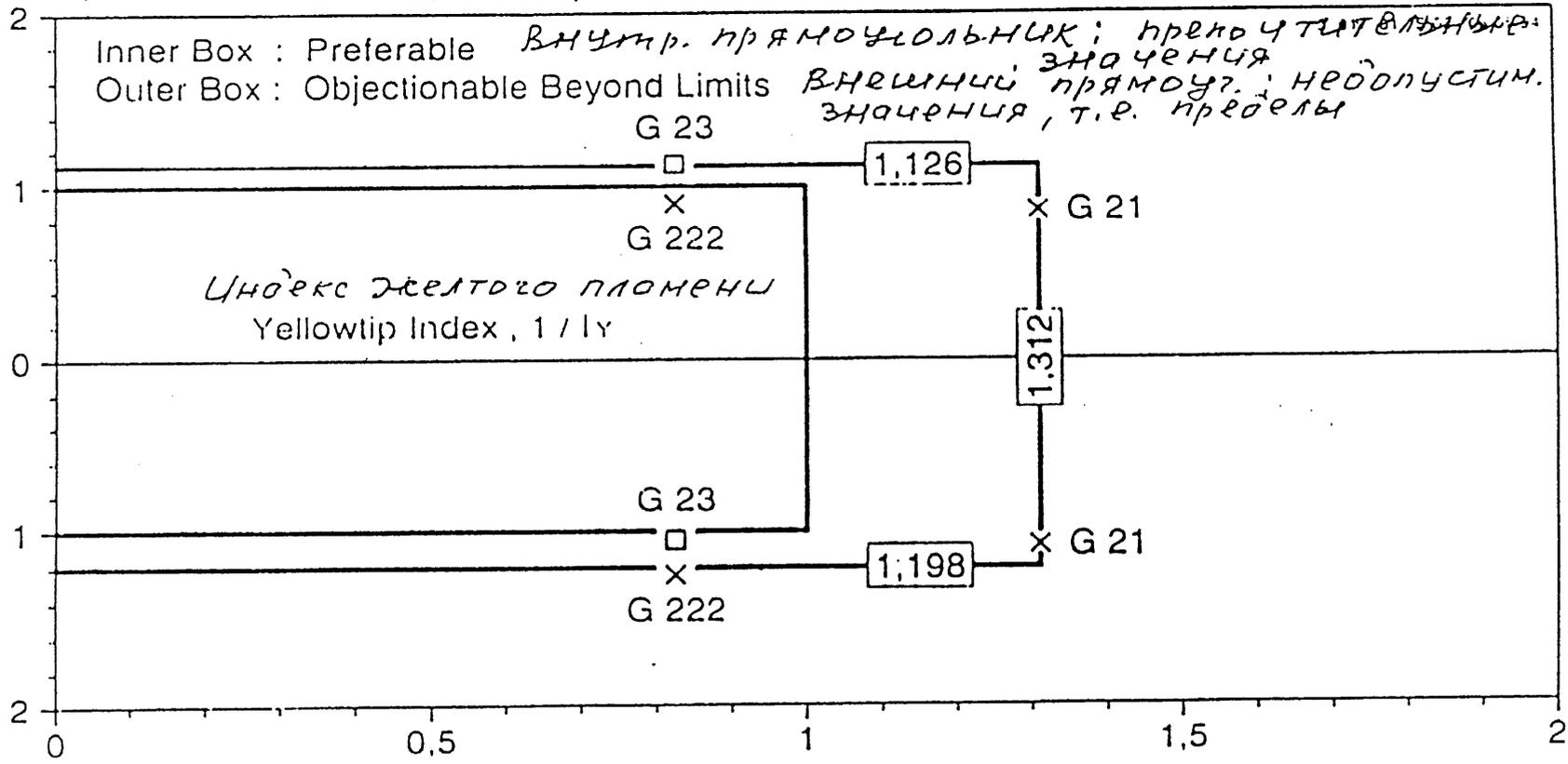
Параметры газа

	Регулировочный газ	Газ-заменитель
1 Сжимаемость	0,99801	0,99817
2 Теплота сгорания	1014,0	937,8
3 Молярная масса	16,043	16,941
4 Относительная плотность	0,5547	0,5857
5 Индекс Воббе	1361,4	1225,4 Пред. значение.
6 Фактор Кноу	1126,5	996,4
7 Перв.воздух(куб.фут.)	9,52	8,81
8 Н/С отношение	4,00	4,00
9 N(C 100 %)	--	-
10 Скорость горения S	14,06	13,44
11 Постоянный отрыв	0,670	0,671
12 Постоянная желтого пламени	218	202
13 Предельная К отрыва	1,208	1,146
14 Перв.воздух f (36)	0,7345	0,8161
15 Воздух 100% ВТУ	0,9392	0,9394
16 Пределы желтого пламени Y	22,89	21,60

Индекс проскака индекс отрыва

Пределные прямоугольники индексов АГА метода
 взаимозаменяемости,
 AGA Index Method Interchangeability Limit Box

Applied to the European Test Gases of the H Group (Annex B)
 применительно к Европейским тест-газам H-группы (Прил. В.)



Inner Box : Preferable *Внутр. прямоугольник; предпочтительные значения*
 Outer Box : Objectionable Beyond Limits *Внешний прямоугольник; нежелательные значения, т.е. пределы*

*Индекс желтого пламени
 Yellowtip Index, 1/1y*

Adjustment Gas = 100% Methane

Регулируемый газ = 100% метан

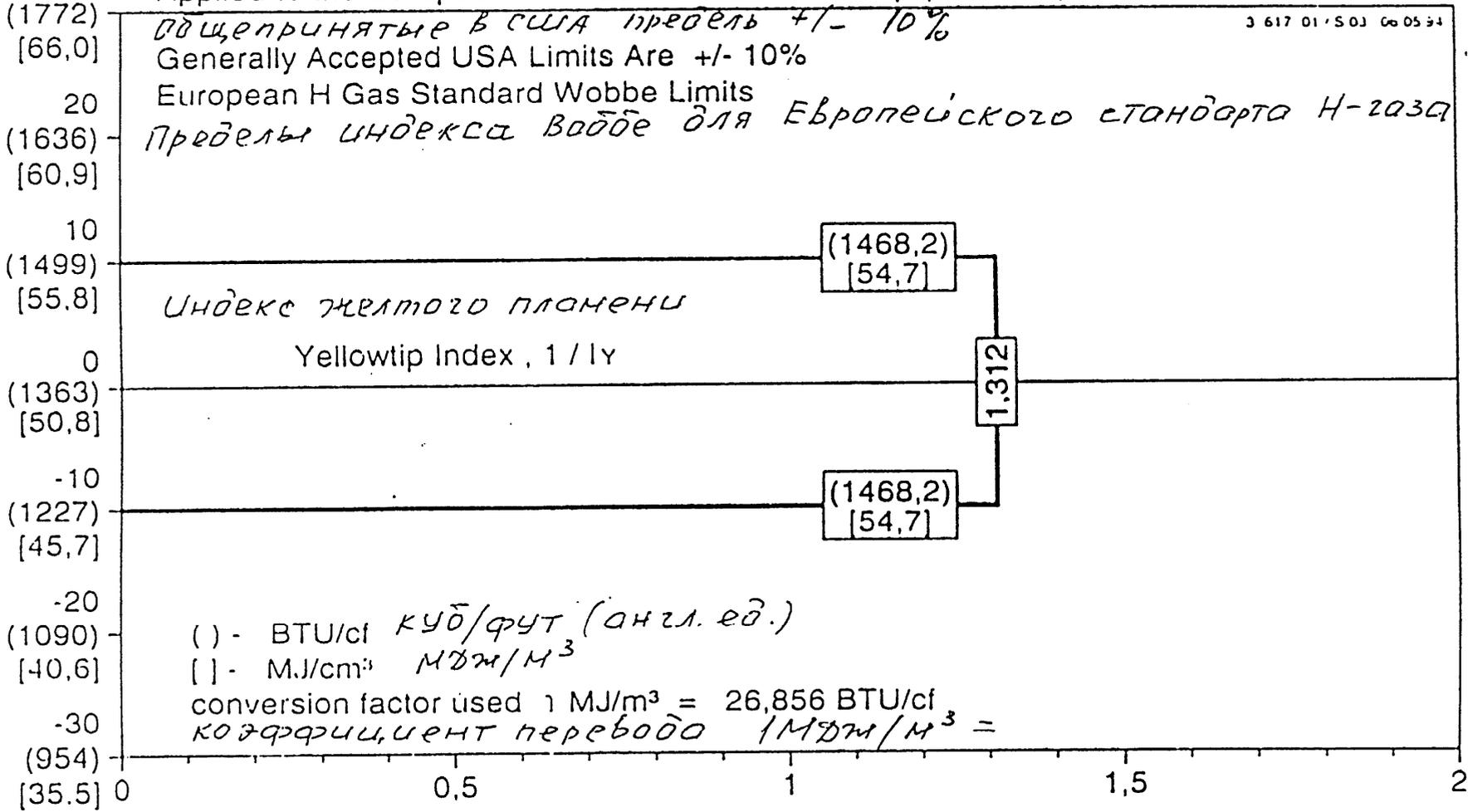
Разность индекса Воббе от регулируемого газа

Предельный прямоугольник

AGA Index Method - Wobbe Index Limit Box

Applied to the European Test Gases of the H Group (Annex B)

3 617 01 / 503 00 05 94



Adjustment Gas = 100% Methane

регулируемый газ = 100%

Приложение Е Метод эквивалентных углеводов Бритишгаз

Предсказание на основе состава
 После широкого изучения в Великобритании стало ясно, что неполное сгорание и сажеобразование не могут быть удовлетворительно представлены на основе индекса Воббе и фактора скорости пламени (горения) Вивера. Эта проблема может быть в значительной мере преодолена отнесением эффектов оборудования, таких как с образованием сажи, к составу газа. Основанная на предсказании состава, система развита Диттоном из исследовательской станции Бритиш газ и широко используется в предсказании взаимозаменяемости газа в Великобритании. Чтобы стабилизировать основные особенности этой системы проверяется типичный состав газа, показанный ниже в табл. 1

Таблица 1 Состав газа и физические свойства

Компонент	Состав (% моль)
метан	93,76
этан	3,14
пропан	0,62
бутан	0,20
пентан	0,07
азот	2,03
диоксид углерода	0,18
Высшая теплота сгорания	38,58 МДж/м ³
Относительная плотность	0,583

Чтобы выразить количества других углеводородов в одном компоненте, необходимо использовать концепцию эквивалентного газа. Пропорции индивидуальных компонентов эквивалентного газа выбираются так, чтобы получить такие же главные свойства, как у самого газа. Другие углеводороды выражаются как эквивалентные количества пропана и метана. Инертные компоненты выражаются как эквивалентные количества стандартного инертного вещества, например, азота.

*) В.С. Dutton, Communication 1246/ 50th Autumn Meeting of the I.G.E., 1984.

Е.1.1 Эквивалентный газ для других углеводородов

Эквивалентный газ для других углеводородов - это объем пропана и метана, который имеет такой же идеальный объем и такое же среднее число атомов углерода на молекулу, что и рассматриваемый газ.

Например, эквивалент для этана:



Эквивалентные коэффициенты для этана в виде пропана и метана следовательно равны 0,5 и 0,5 соответственно. Другие углеводороды выражаются в эквивалентах, приведенных в табл.Е.2. Следует отметить, что используются в необходимых случаях отрицательные числа.

Таблица Е.2 Коэффициенты эквивалентности для углеводородов эквивалент

углеводород	CH_4	C_3H_8
метан	1,0	-
этан	0,5	0,5
пропан	-	1,0
бутан	-0,5	1,5
пентан	-1,0	2,0
гексан	-1,5	2,5

Е.1.2 Инертные компоненты

Инертные компоненты выражаются как эквивалентное количество азота, основанное на их относительном влиянии на горючие свойства. Тогда нужно небольшое регулирование в отношении N_2 , чтобы индекс Воббе эквивалентной смеси соответствовал индексу Воббе полного состава.

Е.2 Предсказание взаимозаменяемости

Чтобы предсказать взаимозаменяемость газа в табл. 1 необходимо:

- вычислить его индекс Воббе;
- выразить состав газа А в виде четырехкомпонентной смеси;
- оценить его взаимозаменяемость путем нанесения на диаграмму предсказания.

Индекс Воббе есть отношение теплоты сгорания к корню квадратному от плотности.

$$W = 50,10 \text{ МДж/м}^3$$

Таблица Е.3 показывает как метод используется для определения четырехкомпонентной эквивалентной смеси.

Таблица 3 Эквивалентная четырехкомпонентная смесь для газа

Состав А	Эквивалент метана		Эквивалент пропана			
	Экв. коэф.	%	экв. метан	экв. коэф.	%	экв. пропан
метан	1,0	93,76	93,76	-	93,76	-
этан	0,5	3,14	1,57	0,5	3,14	1,57
пропан	-	0,62	-	1,0	0,62	0,62
бутан	-0,5	0,20	-0,10	1,5	0,20	0,30
пентаны+	-1,0	0,07	-0,07	2,0	0,07	0,14
Итого:			95,16	Итого:	2,63	

Применяя поправки к вышеупомянутому содержанию азота и диоксида углерода и нормализуя состав к 100%, пример дает сумму пропана плюс азот эквивалентную 4.90%.

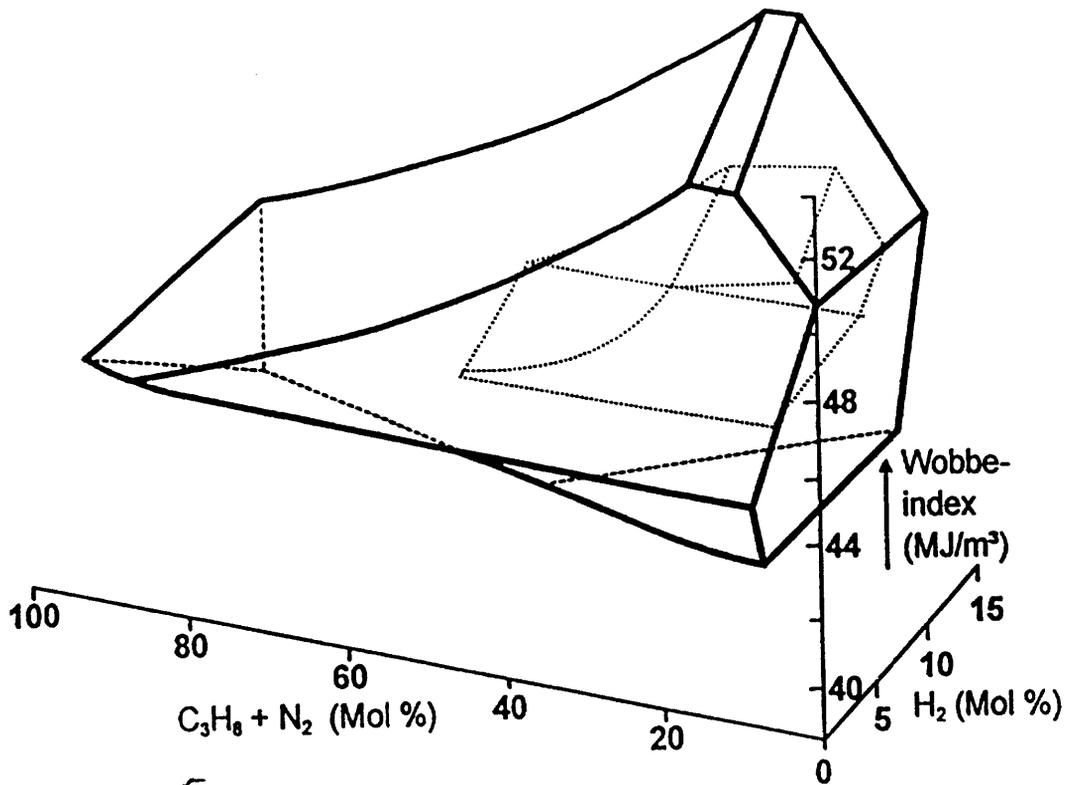


FIGURE 1

Рисунок 1 Объем взаимозаменяемости, показывающий внутренние и внешние пределы

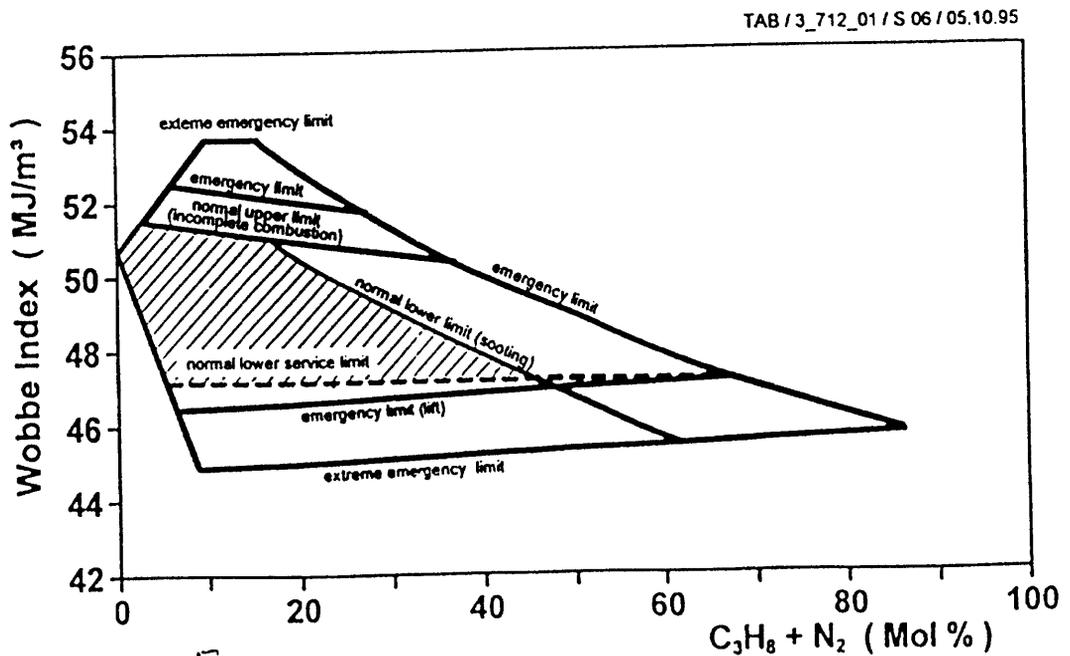


FIGURE 2

Рисунок 2 Двухмерная диаграмма взаимозаменяемости

Е.3 Трехмерная диаграмма предсказания

Газ выражается в виде эквивалентной четырехкомпонентной смеси (метан, пропан, азот и водород). Взаимозаменяемость может быть оценена представлением его как точки на трехмерной диаграмме предсказания (рис. Е.1).

Диаграмма предсказания представляет график зависимости индекса Воббе от суммы эквивалентного пропана плюс азота и содержания водорода.

График экспериментально найденных значений для отрыва пламени, сажеобразования и др. результируется в трехмерный объем взаимозаменяемости. Внешняя поверхность объема представляет крайние пределы распределения,

Приложение F (информационное)

Метод индексов Вивера

Другой метод индексов для предсказания взаимозаменяемости был развит Вивером примерно в 1951г. Новым аспектом этой работы было введение коэффициентов уравнения скорости пламени, в частности, для отрыва и проскока. Определяя коэффициенты скорости пламени различных компонентов регулировочного газа и газа-заменителя суммированием объемной доли (%) каждого компонента, получаем коэффициенты скорости пламени для каждого газа. Результат-серия для шести индексов в виде следующих:

Отношение теплот J_h . Отношение индексов Воббе газа-заменителя и регулировочного газа показывает как изменение в составе влияет на тепловую мощность прибора.

Отношение начального воздуха J_a . Определяет изменение в количестве начального воздуха, требуемого для полного сжигания газов: -заменителя и регулировочного.

Индекс отрыва J_k . Оценивает тенденцию отрыва пламени от сопла горелки. Связан с отношением к скорости горения этих газов.

Индекс проскока J_f . Оценивает тенденции к проскоку пламени. Также связан с J_a и скоростью горения обоих газов.

Индекс желтого пламени J_y . Оценивает тенденции давать желтое пламя и свободный углерод. Связан с J_a и отношением атомов водорода и углерода в обоих газах.

Индекс неполного сгорания J_i . Оценивает тенденции давать монооксид углерода (окись углерода). Связан с J_A и отношением атомов водорода и углерода в газах заменителя к приведенному.

Уравнения, используемые для вычислений индекса Вивера, здесь не приводятся, но при желании доступны через А.Г.А.

Вивер установил пределы для различных индексов в своей оригинальной работе. Они использованы, чтобы показать проблемы в рабочих листках (см. А.Г.А рабочие листки 1,2,3) как часть программы взаимозаменяемости А.Г.А.(приложение Д). Отметим, что многие из предельных газов Н-группы показывают тенденцию проблем с этими критериями. Ясно, что, так как приборы проходят процедуры сертификации тест -газами, требуемые EN 437, пределы Вивера являются ограничительными для этого протокола.

По крайней мере, одна коммунальная служба в США провела обширную работу с методом индексов Вивера и успешно применила его к системе, которая использует смеси газ переработки/природный газ, газ переработки/метан газификации /природный газ, пропан-воздух с природным газом, и регазифицированный природный газ из хранилища. Эти эксперименты результировались в пересмотренный ряд предельных значений. Расчеты по прилагаемым рабочим листкам устанавливают ряд пределов индексов Вивера, применимых для Н-группы. Разные ряды критериев приведены в табл. F. 1.

Таблица F.1

Индекс	Вивер	Коммунальные службы	Группа Н
J_H	0,95-1,05	0,95-1,03	0,90-1,08
J_A	-	-	0,89-1,08
J_L	>0,64	>0,64	>0,86
J_F	<0,08	<0,26	<1,06
J_T	<0,14	<0,05	<0,12
J_Z	<0	<0,05	<0,12

Два вывода следуют из этих результатов:

1 Лучшая гарантия взаимозаменяемости- путь стандартных тест-газов, применяемый для всех приборов для сертификации и подтверждения качества газа с параметрами тест -газов.

2 В противном случае, взаимозаменяемость требует широких испытаний и знания приборов в местной системе распределения. Появление новых или измененных составов газов будет всегда проблемой для коммунальных служб, чтобы доказать взаимозаменяемость.

Приложение G (информационное)

Французский метод для определения взаимозаменяемости газа (метод Дельбо)

Руководство для определения взаимозаменяемости газов второго семейства

Расчет индексов и диаграмма для приборов, снабжаемых газом Лак при 20 Мбар.

G.1 Расчет индексов взаимозаменяемости на основе химического состава газа

G.1.1 Основные индексы

Для рассмотрения традиционного явления неполного сгорания (образования CO), отрыва и проскока одновременно, используют следующие параметры:

- скорректированный индекс Воббе
- потенциал горения.

G.1.1.1 Исправленный (скорректированный) индекс Воббе

$$W = K_1 \times K_2 \frac{gcv}{\sqrt{d}}$$

K_1 - получают из кривой нарис. G/1 как функцию доли углеводородов (кроме метана) в высшей теплоте сгорания

K_2 - получают из кривой нарис. G/2 как функцию параметра

$$1000 \times \frac{CO + 4O_2 - 0,5CO_2}{gcv}$$

gcv - высшая теплота сгорания в ккал/м³;

один м³ измеряется для сухого газа при 0 °C и 760 мм рт.ст.

d - относительная плотность (воздух=1)

G.1.1.2 Потенциал горения

$$C = u x \frac{H_2 + 0,7CO + 0,3CH_4 + v \sum a C_n H_m}{\sqrt{d}}$$

U - поправочный коэффициент как функция содержания кислорода и gcv

(получают из рис.G.3)

H₂, CO, CH₄, C_nH_m-содержание каждого горючего компонента (в %)

(C_nH_m-все углеводороды, кроме CH₄)

V-поправочный коэффициент, зависящий от величины скорректированного

индекса Воббе (получают из рис.4)

a-конкретный (удельный) коэффициент каждого углеводорода, показанный в таблице G.1.

G.1.2 Вторичные индексы

G.1.2.1 Индекс желтого пламени

Индекс дает возможность определить наличие желтого пламени в азрированном пламени и, таким образом, избежать сажеобразования

$$I_j = \frac{\sum a}{\sqrt{d}} \left(1 - 100 \frac{O_2}{gcv} \right)$$

A-содержание газа в % (CH₄ и C_nH_m);

O₂-содержание кислорода газа в % ;

j-удельный коэффициент каждого углеводорода, показанный в таблице G.1.

d - относительная плотность.

G.1.2.2 Индекс косвенного(непрямого)воспламенения в форсунке

Этот индекс дает возможность предсказать особую форму воспламенения в форсунке, которая имеет место в определенных типах водогрейного оборудования, благодаря первичному воздуху, поступающему в сопло горелки при рабочем вентиле горячей воды. Этот индекс имеет значение, равное содержанию водорода в газе в %.

53

G.2 Пределы взаимозаменяемости газов второго семейства для коммунальных приборов при 20 мбар

G.2.1 Полное сжигание и стабильность пламени

Общая площадь для всех приборов показана в виде непрерывной линии на рис. G.5.

Однако, принимая во внимание изменения в давлении газоснабжения и в регулировании оборудования, целесообразно ограничить пределы взаимозаменяемости, представленной заштрихованной частью на рис. G.5. Если точка К находится внутри этой зоны, горение будет полным и пламя - стабильным.

G. 2.2 Изменение в тепловой мощности

Тепловая мощность пропорциональна полуисправленному индексу Воббе K, W . Последний равен W - гарантированной точки на диаграмме, если газ не содержит кислорода, а только немного CO или CO_2 . В этом случае, чтобы ограничить изменения в тепловой мощности до 10% на основе номинального значения, полученного для эталонного газа, пределы взаимозаменяемости на рис. 6 ограничиваются до более низкой секции.

G. 2.3 Индекс желтого пламени

Индекс J_i должен быть ниже 230, предпочтительно ниже 210.

G.2.4 Индекс для косвенного воспламенения в форсунке

Содержание водорода в смеси должно быть ниже 10%.

Таблица G.1 Свойства газа

Gas Properties		gcv kcal/m ³	d density	a combustion potential	j Yellow tip indices
carbon monoxide	CO	3 020	0,967	-	0
hydrogen	H ₂	3 050	0,070	-	0
methane	CH ₄	9 530	0,554	-	1
ethane	C ₂ H ₆	16 860	1,049	0,95	2,85
propane	C ₃ H ₈	24 350	1,562	0,95	4,80
n-butane	n-C ₄ H ₁₀	32 060	2,091	1,10	6,80
i-butane	i-C ₄ H ₁₀	31 570	2,064	1,10	6,80
pentane	C ₅ H ₁₂	40 600	2,675	1,15	8,80
hexane	C ₆ H ₁₄	45 600	2,97	1,15	12
heptane	C ₇ H ₁₀	52 900	3,45	1,15	15
acetylene	C ₂ H ₂	13 980	0,906	3	2,40
ethylene	C ₂ H ₄	15 180	0,975	1,75	2,65
propylene	C ₃ H ₆	22 430	1,481	1,25	4,80
n-butene <i>н-бутен</i>	n-C ₄ H ₈	29 050	1,937	1,50	6,80
i-butene <i>изобутен</i>	i-C ₄ H ₈	28 880	1,937	1,50	6,80
butadiene	C ₄ H ₆	26 500	1,87	2,70	6,10
benzene <i>бензол</i>	C ₆ H ₆	35 250	2,697	0,90	20
toluene <i>толуол</i>	C ₇ H ₈	-	-	0,9	16
nitrogen <i>азот</i>	N ₂	0	0,967	0	0
carbon dioxide <i>диоксид углерода</i>	CO ₂	0	1,529	0	0
oxygen <i>кислород</i>	O ₂	0	1,105	0	0

gcv - высшая теплота сгорания

d - плотность

a - потенциал горения

j - индекс желтого пламени

5

Приложение Н (информационное)

Библиография

- ИСО 1000 - 1992 Единицы измерения СИ и рекомендации для применения их производных и некоторых других величин надписи для рис.
- ИСО 6978-1992 Природный газ. Определение ртути
- ИСО 7504-1984 Газовый анализ. Словарь
- ИСО 10723-1995 Природный газ. Оценка рабочих характеристик
- ИСО 13275 *) Природный газ. Приготовление калибровочных газовых смесей. Весовой метод
- ИСО 13734 *) Природный газ. Органические сернистые соединения, используемые в качестве одорантов. Требования и методы испытаний
- ИСО 14111-1997 Природный газ. Руководство по прослеживаемости в природном газе
- ИСО 14532 *) Природный газ. Терминология

*) должны быть опубликованы

А.3 Природный газ, локальная распределительная система.

Подпись к диаграмме:

После обработки (PROCESSING) газ пригоден для использования в ЛРС, после обработки (TREATMENT) газ не пригоден для использования в ЛРС.

В диаграмме термин смешение (MIXING) относится к смешению двух газов, оба из которых пригодны для использования в ЛРС. Смешение (BLENDING) имеет целью дать применимый газ для распределения из двух газов, когда по крайней мере один из них не пригоден для распределения.

А.4 Кривые конденсации

А.4.1. Вода

1-твердые (лед); 2-жидкость; 3-критическая точка; 5-точка росы; 6-тройная точка; 7-давление; 8-температура

А.4.2. Углеводороды

1-криконенбар; 2-критическая точка; 3-точка росы; 4-ретроградная область; 5-крикондентерм; 6-жидкость; 7-пар; 8-двухфазная область; 9-давление; 10-температура

Рис. А.6.2.2

1-этан; 2-пропан; 3-бутан; 4-инертные; 5-кислород

Приложение С

Группы газа и испытательные газы во втором семействе в соответствии

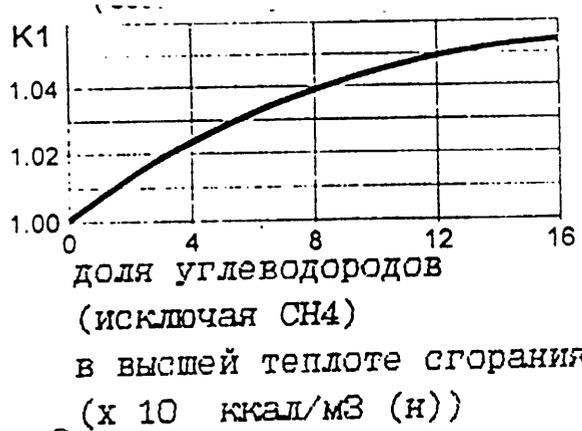
с EN 437

Рис. 1 Предельные прямоугольники индексов

А.Г.А. метода взаимозаменяемости,
применительного к Европейским тест-газам
Н-группы (Приложение В)

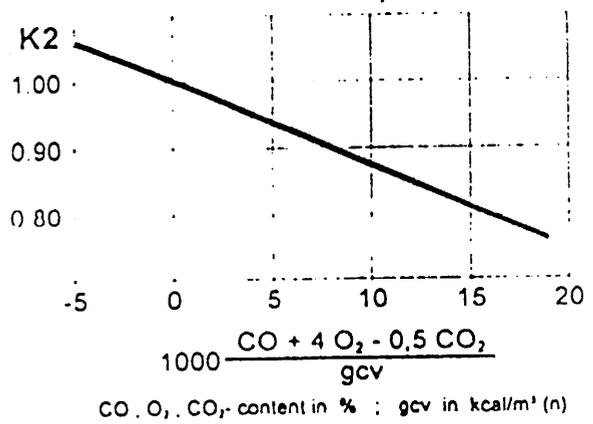
1 внутренний прямоугольник: (предпочтительные значения)

Рисунок 1. Поправочный коэффициент K_1 для индекса Воббе (газы второго семейства)



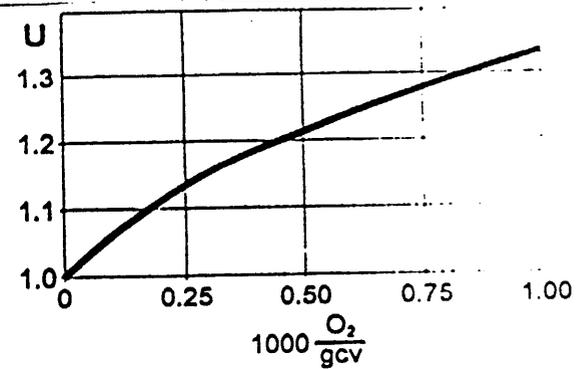
в высшей теплоте сгорания
($\times 10$ ккал/м³ (н))

Рисунок 2. Поправочный коэффициент K_2 для индекса Воббе



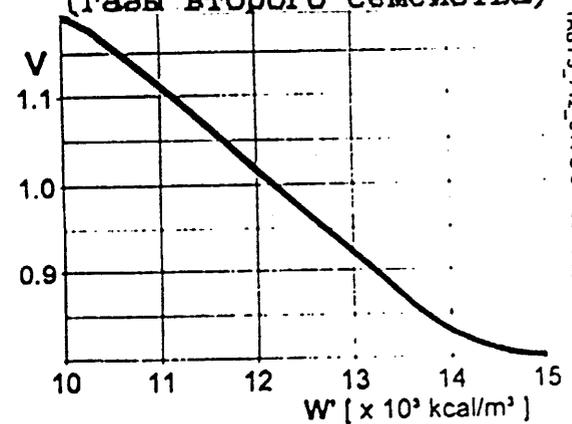
CO, O_2, CO_2 -content in % ; gcv in kcal/m³ (n)

Рисунок 3. Поправочный коэффициент U для потенциала горения (газы второго семейства)



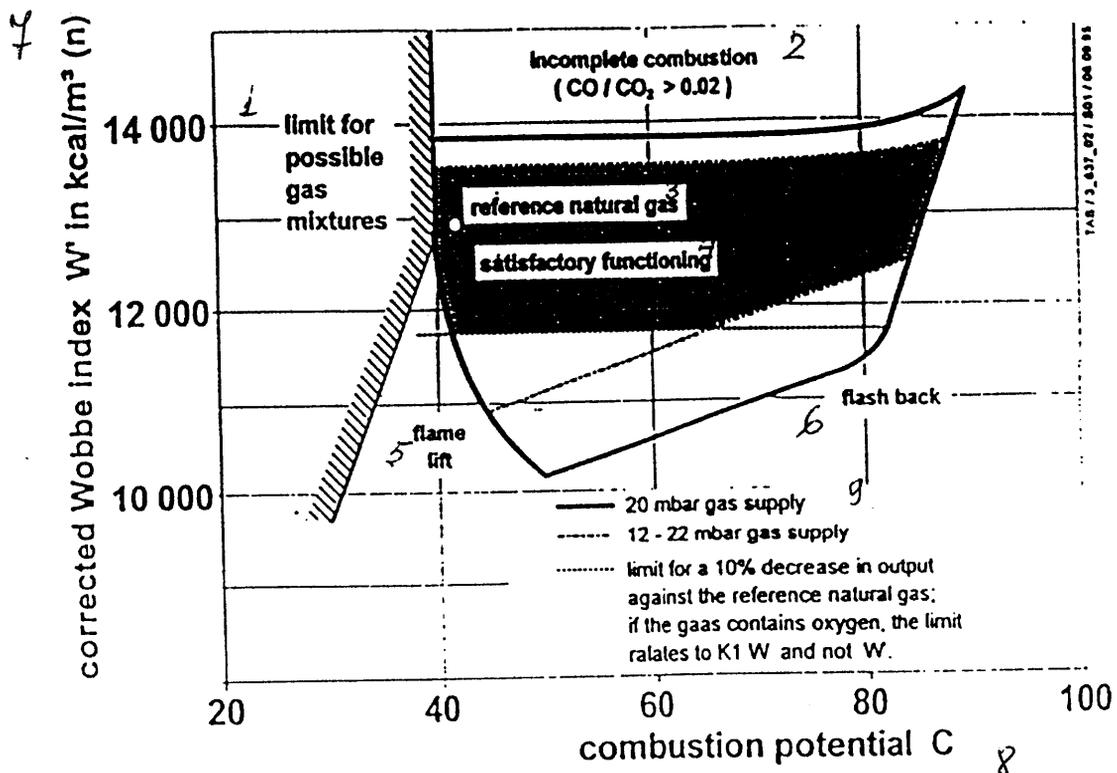
O_2 -content in % ; gcv in kcal/m³ (n)
температура сгор. в ккал/м³

Рисунок 4. Средний поправочный коэффициент для углеводородов выше метана (газы второго семейства)



ISO 1501:05 10 95

Рисунок 5 Диаграмма взаимозаменяемости газа



- 1-предел для возможных газовых смесей; 2-неполное горение ($CO/CO_2 > 0,02$); 3-эталонный природный газ; 4-удовлетворительное функционирование; 5-отрыв пламени; 6-проскок пламени; 7-исправленный индекс Воббе W' в ккал/м³; 8-потенциал горения C ;
- 9-подача (питание) газа 20 мбар
 подача (питание) газа 12-22 мбар
 предел для 10 %-ного увеличения в мощности, относительно эталонного природного газа;
 если газ содержит кислород, предел относится к KIW , а не W .