

Федеральное агентство по образованию РФ  
Государственное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
Красноярский государственный технический университет

**Е.А. Бойко**

# **ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ГАЗООБРАЗНЫХ ТОПЛИВ**

(учебное пособие)

Красноярск 2005

## Содержание

1. Учебная цель .....	
1.1. Основные термины.....	
2. Содержание учебного элемента.....	
2.1. Основные свойства газового топлива.....	
2.2. Примеры расчетов низшей теплоты сгорания $Q_n^c$ , удельного веса $\gamma$ , удельного объема $\nu$ реальных газов, сжигаемых на ТЭС.....	
2.3. Расчет объемных соотношений горения газа .....	
2.4. Свойства воздуха .....	
2.5. Упрощенные теплотехнические расчеты при сжигании сжиженных газов .....	
2.5.1. Состав и теплотехнические характеристики сжиженных газов .....	
3. Резюме .....	
4. Контрольные вопросы.....	
5. Литература .....	

## 1. УЧЕБНАЯ ЦЕЛЬ

Ознакомить оперативный персонал ТЭС, с основными свойствами природных и искусственных газов, используемых в качестве топлива на промышленных, отопительных котельных или тепловых электрических станциях.

Научить оперативный персонал элементарным расчетам объемных и весовых соотношений горения газа на основе реальных газов с известным составом, которые мы используем в качестве топлива на тепловых электростанциях.

### 1.1. Основные термины

**Теплота сгорания** – количество тепла, выделяющегося при полном сгорании топлива. Различают удельную и объемную теплоту сгорания низшую  $Q_n$ , в которой не учитывается скрытая теплота образования водяных паров, содержащихся в продуктах горения, и высшую  $Q_v$ , когда эта теплота учитывается.

Разность между  $Q_v$  и  $Q_n$  зависит от количества водяных паров, образующихся при сгорании топлива и составляет примерно 600 ккал на 1 кг или 740 ккал на 1 м<sup>3</sup> водяных паров.

В России теплотехническую оценку эффективности сжигания топлива принято вести по низшей теплоте сгорания, т.к. температура уходящих газов и энергетических и отопительных котлов выше температуры конденсации водяных паров (120 ÷ 200 °С против 100 °С) и выходящие газы уносят тепло не сконденсировавшихся водяных паров в дымовую трубу. Если же котельная установка имеет контактный экономайзер и вода нагревается при непосредственном контакте с уходящими газами (когда водяные пары уходящих газов конденсируются и отдают тепло нагреваемой воде), работу установки в этом случае следует оценивать по высшей теплоте сгорания эффективность использования топлива может оказаться выше 100%.

**Жаропроизводительность  $t_{max}$**  – максимальная температура горения, развиваемая при полном сгорании топлива, в условиях, когда все выделяющееся тепло расходуется на нагрев образующихся продуктов полного сгорания без учета диссоциации (распада)  $CO_2$  и  $H_2O$ , вызываемой высокой температурой факела.

При подсчете жаропроизводительности принимают, что температура газа  $t_g$  и воздуха  $t_b$ , участвующих в горении, равна 0°С, а количество абсолютно сухого воздуха точно соответствует теоретически необходимому.

Возвращаясь к теплоте сгорания топлива следует помнить, что удельная теплота сгорания относится к 1 кг, объемная к 1 м<sup>3</sup> сжигаемого газа. Обычно слова «удельная» и «объемная» при произношении или написании подразделяются и опускаются.

**Калориметрическая температура горения** – максимальная температура, подсчитанная без учета диссоциации продуктов горения. Зависит от расхода воздуха, температуры газа и воздуха. Жаропроизводительность является частным случаем калориметрической температуры, когда  $\alpha = 1$  и  $t_b = t_g = 0$  °С.

**Теоретическая температура горения** – максимальная температура, подсчитанная с учетом диссоциации  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  при  $\alpha = 1$  и  $t_b = t_r = 0$  °С.

**Расчетная температура горения** – максимальная температура, подсчитанная с учетом диссоциации  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$ , а также действительных коэффициента избытка воздуха, температуры газа и воздуха.

**Температура воспламенения** – минимальная начальная температура, при которой начинается процесс горения. Не является физической константой, т.е. строго определенной величиной, а зависит от состава, степени перемешивания и давления газовой смеси, размеров и формы емкости, заполненной этой смесью, и других факторов.

**Парциальное давление** – парциальное (частичное) давление – это давление, которое имел бы газ (пар) при данной температуре, если бы он один занимал весь объем, занятый смесью, в состав которого он входит при той же температуре. Полное давление смеси равно сумме парциальных давлений компонентов смеси.

**Стехиометрия** – учение о количественных соотношениях между реагентами и продуктами реакции. В данном случае реакции горения.

**Точки горения** – температура, до которой нужно охладить воздух (газ), чтобы водяной пар, содержащийся в нем, достиг состояния насыщения. При дальнейшем понижении температуры начинается конденсация избыточного количества водяных паров (выпадает роса).

## 2. СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ЭЛЕМЕНТА

### 2.1. Основные свойства газового топлива

Все виды газового топлива по способу получения подразделяются на природные и искусственные. К первым относятся газы природных месторождений и попутные газы газонефтяных месторождений. К искусственным относятся коксовый, доменный, сланцевый и другие газы, получаемые путем переработки твердых топлив, а также газы, получаемые при переработке нефти.

Газовое топливо представляет собой смесь горючих и негорючих (балластных) газов. Горючими являются предельные и непредельные углеводороды (метан, этан, пропан, бутан и др.), водород, окись углерода; негорючими – азот, углекислый газ, кислород, (содержащийся в небольших количествах в искусственных газах).

В некоторых газах содержится горючая, но вредная примесь сероводород, (как в нашем топливном газе УЗК), а также другие примеси, содержание которых не должно превышать определенных норм.

Высшая и низшая теплота сгорания сухого газового топлива, состав которого известен,

$$Q_{\text{в}} = 30,16 \cdot \text{CO} + 30,45\text{H}_2 + 94,96 \cdot \text{CH}_4 + 166,4 \cdot \text{C}_2\text{H}_6 + 236,8\text{C}_3\text{H}_8 + 306,9 \cdot \text{C}_4\text{H}_{10} + 377,2 \cdot \text{C}_5\text{H}_{12} + 150,5 \cdot \text{C}_2\text{H}_4 + 219,6 \cdot \text{C}_3\text{H}_6 + 290,0 \cdot \text{C}_4\text{H}_8; \quad (1)$$

**Для получения полноценной версии необходимо обращаться по адресу...**



«Лаборатория информационных технологий в энергетике»,  
Кафедра «Тепловые электрические станции»  
Красноярского государственного технического университета  
e-mail: [boiko@krgtu.ru](mailto:boiko@krgtu.ru)  
р.т.: (8-3912) 49-72-99, 49-74-63  
660074, г. Красноярск, ул. Академика Киренского, 26  
Красноярский государственный технический университет