В промышленной печи при постоянном давлении сжигают топливо. В качестве окислителя используют воздух с температурой *Т*1. Заданы коэффициенты избытка воздуха α и коэффициент полноты сгорания топлива ξ.

Определить теоретическое значение максимальной температуры горения *Т*2. Теплотой, вносимой топливом, пренебречь.

УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ СЕМЕСТРОВОЙ РАБОТЫ

1. Вид топлива, температура *Т*1, коэффициенты α и ξ берутся из таблицы 1 в соответствии с вариантом работы (ВАРИАНТ ПО НОМЕРУ В ЖУРНАЛЕ).

2. Характеристики топлива берутся из таблицы 2.

3. Формулы средних изохорных массовых теплоемкостей приведены в таблице 3.

4. Результаты расчета сводятся в таблицу 4.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Вид топлива | *Т*1, К | α | ξ |
| 6 | керосин | 520 | 1,0 | 0,85 |

 Таблица 2

 Состав и теплота сгорания различных топлив

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Топливо** | **СP** | **HP** | **OP** | **QН, кДж/кг** |
| Керосин | 0,86 | 0,14 | - | 43150 |

Таблица 3

Формулы средних изохорных массовых теплоемкостей (*сv*)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Газ** | **Теплоемкость, кДж/кгК** | ***R*, кДж/кгК** |
| Воздух | 0,691 + 7,1∙10-5∙*Т* | 0,287 |
| СО2 | 0,775 + 11,7∙10-5∙*Т* | 0,189 |
| Н2О (пар) | 1,328 + 28,07∙10-5∙*Т* | 0,462 |
| N2 | 0,716 + 7,54∙10-5∙*Т* | 0,297 |
| O2 | 0,628 + 6,75∙10-5∙*Т* | 0,260 |

Таблица 4

Результаты расчета

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *СР*, ВОЗД | *m*OВОЗД | ξ*Q*Н +*Q*O | *m*ВОЗД | *m*П.СГ | *СР*, П.СГ (формула) | *Т*2 |
|  |  |  |  |  |  | К |
|  |  |  |  |  |  |  |

**ПРИЛОЖЕНИЕ**

**ПРИМЕР ВЫПОЛНЕНИЯ СЕМЕСТРОВОЙ РАБОТЫ**

В промышленной печи при постоянном давлении сжигают мазут. В качестве окислителя используется воздух с температурой 680 К. Коэффициент избытка воздуха α = 1,8. Коэффициент полноты сгорания топлива ξ. = 0,98.

1. Максимальная теоретическая температура сгорания находится с помощью уравнения теплового баланса:

ξ*Q*Н + *Q*O = *Q*П. СГ,

где *Q*O – теплота, вносимая окислителем;

 *Q*Н – низшая теплота сгорания топлива;

 ξ – коэффициент полноты сгорания топлива;

 *Q*П. СГ – теплота, полученная продуктами сгорания.

2. Находим теплоту, выделяющуюся при сжигании топлива (ξQН).

2.1. Из таблицы 2 берется значение QН:

*Q*Н = 40650 .

2.2. Из таблицы 1 берется значение ξ (в нашем примере ξ = 0,98).

2.3. ξ·*Q*Н = 0,98·40650 = 39837 .

3. Находим теплоту, вносимую окислителем:

*Q*O = *СР*, ВОЗД · *m*ВОЗД · *Т*1 .

3.1. Определяем среднюю изохорную массовую теплоемкость воздуха по формуле, приведенной в таблице 3:

*СV* Возд. = 0,691 + 7,1∙10-5∙680 = 0, 739 

(*Т*1 берется из таблицы 1).

3.2. Вычисляем среднюю изобарную массовую теплоемкость по формуле Майера:

*СP* Возд = *СV* Возд + *R* = 0,739 + 0,287 = 1,026 

(значения *R* приведены в таблице 3).

3.3. Определяем теоретически необходимую массу воздуха:

*m*OВОЗД =  = 14,62 ,

где СР, НР, ОР – доли компонентов топлива (см. таблицу 2).

3.4. Определяем действительную массу воздуха:

*m*ВОЗД = α· *m*OВОЗД = 1,8·14,62 = 26,3 .

3.5. Определяем *Q*O:

*Q*O= 1,026·26,3·680 = 18349 .

4. Вычисляем теплоту, внесенную окислителем и сгоревшим топливом:

ξ*Q*Н + *Q*O = 39837 + 18349 = 58186 .

5. Находим теплоту продуктов сгорания (*Q*П. СГ.):

*Q*П. СГ = *СP* П. СГ. · *m*П. СГ. · *Т*2

(*Т*2 – искомое теоретическое значение максимальной температуры горения).

5.1. Определяем массу продуктов сгорания:

*m*П. СГ. = 1 + *m*ВОЗД = 1 + 26,3 = 27,3.

5.2. Вычисляем массовые доли компонентов в продуктах сгорания:









5.3. Находим среднюю изобарную массовую теплоемкость продуктов сгорания по формуле:

*СР* П. СГ = +  + + 

Изобарные теплоемкости компонентов продуктов сгорания находим с использованием данных таблицы 3. Например, при *Т* = *Т*2 для СО2 имеем:

= 0,775 + 11,7∙10-5∙*Т*2 ; *R* = 0,189 .

В соответствии с формулой Майера имеем:

= + *R* = 0,775 + 11,7∙10-5∙*Т*2 + 0,189 = 0,964 + 11,7∙10-5∙*Т*2 .

Таким образом

*СР* П. СГ = 0,117(0,964 + 11,7∙10-5∙*Т*2) + 0,043(1,79 + 28,07∙10-5∙*Т*2) + 0,099(0,888 + 6,75∙10-5∙*Т*2) + 0,742(1,013 + 7,54∙10-5∙*Т*2) = 1,029 + 8,839∙10-5∙*Т*2

5.4. Находим выражение для определения теплоты продуктов сгорания:

*Q*П. СГ = (1,029 + 8,839∙10-5∙*Т*2) ∙27,3∙ *Т*2

6.Для определения максимальной теоретической температуры горения (*Т*2) используем уравнение теплового баланса

58186 = (1,029 + 8,839∙10-5∙*Т*2) ∙27,3∙ *Т*2

из которого получим квадратное уравнение (предварительно сократив на 27,3 левую и правую часть исходного выражения) для определения температуры *Т*2.

8,839∙10-5∙(*Т*2)2 + 1,029∙ *Т*2 – 2131 = 0.



В соответствии с физическим смыслом (*Т*2 > 0) выбираем корень уравнения:

*Т*2 = 1794 К

Результаты расчетов заносим в таблицу 4.