# Задание:

Выполнить подобный расчет для котла е-500-13,8-560 кдт (тпе-430)

Паропроизводительность – 500 т/ч

Давление – 13.8 МПа

Температура пара 560 С

Для твердого топлива: Кузнецкий уголь марки Т добываемый в красногорском разрезе

И для мазута м-100

# 3.Укрупнённый расчёт котлоагрегата ТГМП-314

Используемое топливо: основное – газ, резервное – мазут М-100.

## 3.1 Исходные данные

Паропроизводительность Д0= 1000 т/ч

Давление острого пара Р0=25 МПа

Температура перегретого пара t0=545 0C

Состав газа по элементам:

Таблица 3.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ,ккал/м3 | CH4,% | C2H6,% | C3H8, % | C4H10, % | C5H12, % | N2, % | CO2, % | ,  кг/м3 |
| 8570 | 98,9 | 0,3 | 0,1 | 0,1 | 0 | 0,4 | 0,2 | 0,712 |

Состав мазута по элементам:

Таблица 3.2

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| ,ккал/кг | Wр, % | Ар, % | ,% | СР,% | HР,% | NР+ОР, % |
| 9260 | 3,0 | 0,1 | 2,8 | 83,0 | 10,4 | 0,7 |

## 3.2 Расчёт котлоагрегата при сжигании мазута

### 3.2.1 Теоретическое количество воздуха для полного сгорания жидкого топлива (при α=1):

V0=0,0889⋅(CP+0,375⋅)+0,265⋅HP-0,0333⋅OP=

=0,0889⋅(83,0+0,375⋅2,8)+0,265⋅10,4-0,0333⋅0,5⋅0,7= 10,21 м3/кг

### 3.2.2 Теоретические минимальные объёмы продуктов сгорания при полном сгорании топлива с α=1:

теоретический объём азота:

=0,79⋅V0+0,8⋅NP/100=0,79⋅10,2+0,8⋅0,5⋅0,7/100=8,1 м3/кг,

теоретический объём трёхатомных газов:

=1,866⋅=1,866⋅=1,57 м3/кг

теоретический объём водяных паров:

=0,111⋅HP+0,0124⋅WP+0,0161⋅V0=0,111⋅10,4+0,0124⋅3,0+0,0161⋅10,2=

=1,36 м3/кг

При избытке воздуха α>1 (принимаем α=1,03) объём водяных паров:

=+0,0161⋅(α-1)⋅V0=1,36+0,0161⋅(1,03-1)⋅10,2 = 1,364 м3/кг

объём дымовых газов:

Vг=+++(α-1)⋅V0=1,57+8,1+1,364+(1,03-1)⋅10,21= 11,34 м3/кг

Объёмные доли трёхатомных газов и водяных паров соответственно:

=/Vг =/Vг

Суммарная объёмная доля: rп=+.

Безразмерная концентрация золы:

μзл=, где аун=0,06

Gг=1-АР/100 + 1,306⋅α⋅V0, кг/кг – масса дымовых газов.

Результаты расчётов по пункту 3.2. сведём в таблицу 3.3.

Таблица 3.3.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Величина | Размерн. | Газоходы | | | |
|  |  | αт=1,03 | αпп=1,06 | αвэ=1,08 | αрп=1,28 |
| среднее знач.  α в газоходах | – | 1,03 | 1,045 | 1,07 | 1,18 |
| (α-1)⋅V0 | м3/кг | 0,306 | 0,459 | 0,714 | 1,836 |
|  | м3/кг | 1,364 | 1,367 | 1,371 | 1,39 |
| Vг | м3/кг | 11,34 | 11,496 | 11,755 | 12,896 |
|  | – | 0,138 | 0,136 | 0,133 | 0,122 |
|  | – | 0,12 | 0,119 | 0,116 | 0,106 |
| rп | – | 0,258 | 0,255 | 0,249 | 0,288 |
| Gг | кг/кг | 14,72 | 14,92 | 15,25 | 16,72 |
| μзл | кг/кг | 4,1⋅10-6 | 4,02⋅10-6 | 3,9⋅10-6 | 3,6⋅10-6 |

### 3.2.3. Тепловой баланс котлоагрегата

Составим общее уравнение теплового баланса:

=Q1+Q2+Q3+Q4+Q5+Q6

### 3.2.3.1. Располагаемое тепло на 1кг жидкого топлива:

=+Qв.вн.+iтл ,

где Qв.вн. = β[- ] – тепло внесённое в котёл воздухом,

β – отношение количества воздуха на входе в котлоагрегат к теоретическому необходимому,

,  – энтальпии теоретически необходимого количества воздуха на входе в котлоагрегат и холодного воздуха, определяется соответственно по температуре на входе в воздухоподогреватель и холодного воздуха по I-t таблице [5].

β=αт+Δαт+ΔαВП=1,03-0,05+0,2=1,28

 =Ср⋅V0⋅tв=0,32⋅10,21⋅60=196 ккал/кг

= Ср⋅V0⋅tхв=0,32⋅10,21⋅30=98 ккал/кг

Qв.вн.=1,28⋅[196-98]= 115,6 ккал/кг

iтл – физическое тепло топлива.

iтл=Cтл⋅tтл

Cтл=0,415+0,0006⋅tтл=0,415+0,0006⋅120=0,487 ккал/(кг⋅0С)

iтл=0,487⋅120=58,44 ккал/кг,

тогда =9260+115,6+58,44= 9434 ккал/кг

### 3.2.3.2. Определяем потери тепла с уходящими газами:

q2=,

где tух=140 0С, Iух=637 ккал/кг, q4=0 (принято), αух=1,28,

тогда q2== 5,42 %

потери тепла от химической неполноты сгорания принимаем q3=0,5 %, от механической неполноты сгорания q4=0 потери тепла в окружающую среду q5=0,4 %, потери тепла с физическим теплом шлама q6=0.

3.2.3.3. Определяем полезно используемое тепло:

q1=Q1/==100-q2-q3-q4-q5-q6=100-5,42-0,5-0-0,4-0=93,68 %

### 3.2.4. Определение часового расхода топлива на котёл

В=⋅100, кг/ч,

где QКА=Дпе⋅(iпе-iпв)+Дпр⋅(is-iпв)=1000⋅(838,7-259)+12,6⋅(387-259)= =1312,8ккал/т,

тогда

В=⋅100 = 65775,9 кг/ч = 65,8 т/ч

Полученный расход топлива используем в дальнейших расчётах.

## 3.3. Расчёт котлоагрегата при сжигании газа

### 3.3.1.Теоретическое количество воздуха для полного сгорания газообразного топлива (при α=1):

V0=0,0476⋅[∑(m+n/4)⋅CmHn+0,5⋅(CO+H2)+1,5⋅H2S-O2]=

=0,0476⋅[(1+4/4)⋅98,9+(2+6/4)⋅0,3+(3+8/4)⋅0,1+(4+10/4)⋅0,1+0,5⋅(0+0) +1,5⋅(0+0)]= 9,52 м3/кг

### 3.3.2. Теоретические минимальные объёмы продуктов сгорания при полном сгорании топлива с α=1:

теоретический объём азота:

=0,79⋅V0+0,01⋅N2=0,79⋅9,52+0,01⋅0,4= 7,525 м3/кг,

теоретический объём трёхатомных газов:

=0,01(∑m⋅CmHn+CO2+CO+H2S)=0,01⋅(1⋅98,9+2⋅0,3+3⋅0,1+4⋅0,1 +0,2+0+0)= 1,004 м3/м3

теоретический объём водяных паров:

=0,01⋅(∑⋅ CmHn+H2S+H2+0,124⋅dг+1,41⋅V0)=

=0,01⋅(2⋅98,9+3⋅0,3+4⋅0,1+5⋅0,1+0+0+0,124⋅10+1,61⋅9,52) = 2,16 м3/м3

При избытке воздуха α>1 (принимаем α=1,05):

объём водяных паров:

=+0,0161⋅(α-1)⋅V0=2,16+0,0161⋅(1,05-1)⋅9,52 = 2,168 м3/м3,

объём дымовых газов:

Vг=+++(α-1)⋅V0=1,004+7,525+2,16+(1,05-1)⋅9,52= 11,165 м3/м3,

Объёмные доли трёхатомных газов и водяных паров соответственно:

=/Vг =/Vг

Суммарная объёмная доля: rп=+.

Gг=1-АР/100 + 1,306⋅α⋅V0, кг/кг – масса дымовых газов.

Результаты расчётов по пункту 3.3. сведём в таблицу 3.4.

Таблица 3.4.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Величина | Размерн. | Газоходы | | | |
|  |  | αт=1,05 | αпп=1,08 | αвэ=1,1 | αрвп=1,3 |
| среднее знач.  α в газоходах | – | 1,05 | 1,065 | 1,095 | 1,2 |
| (α-1)⋅V0 | м3/м3 | 0,476 | 0,6188 | 0,904 | 1,904 |
|  | м3/м3 | 2,168 | 2,17 | 2,174 | 2,191 |
| Vг | м3/м3 | 11,165 | 11,308 | 11,593 | 12,593 |
|  | – | 0,09 | 0,0888 | 0,0866 | 0,0797 |
|  | – | 0,194 | 0,192 | 0,187 | 0,174 |
| rп | – | 0,284 | 0,2808 | 0,274 | 0,254 |

### 3.3.3. Тепловой баланс котлоагрегата

Составим общее уравнение теплового баланса:

=Q1+Q2+Q3+Q4+Q5+Q6

### 3.3.3.1. Располагаемое тепло на 1м3 газообразного топлива:

=+Qв.вн.+iтл ,

где Qв.вн. = β[- ] – тепло внесённое в котёл воздухом,

β – отношение количества воздуха на входе в котлоагрегат к теоретическому необходимому,

, – энтальпии теоретически необходимого количества воздуха на входе в котлоагрегат и холодного воздуха, определяется соответственно по температуре на входе в воздухоподогреватель и холодного воздуха.

β=αт+Δαт+ΔαВП=1,05+0,05+0,2=1,3

 =Ср⋅V0⋅tв=1,28⋅9,52⋅30= 365 кДж/м3

= Ср⋅V0⋅tхв=1,28⋅9,52⋅15= 183 кДж/м3= 43,71 ккал/м3

Qв.вн.=1,3⋅[365-183]= 236,6 кДж/м3 = 56,5 ккал/м3

iтл≈0 ккал/м3 (для газа) – физическое тепло топлива.

тогда =8570+56,5 = 8626,5 ккал/м3

### 3.3.3.2. Определяем потери тепла с уходящими газами:

q2=,

где tух=120 0С,

Iух=(⋅+⋅+⋅+(α-1)⋅V0⋅Cв)⋅tух=

=(1,004⋅1,708+7,525⋅1,302+1,39⋅1,5+1,904⋅1,304)⋅120=1929,62кДж/м3= =461 ккал/м3,

q4=0 (принято), αух=1,28 (см. п.4.2.2.) ,

тогда q2== 4,69 %

Потери тепла от химической неполноты сгорания принимаем q3=0,5 %, от механической неполноты сгорания q4=0, потери тепла в окружающую среду q5=0,4 %, потери тепла с физическим теплом шлама q6=0.

### 3.2.3.3. Определяем полезно используемое тепло:

q1===100-q2-q3-q4-q5-q6=100-4,69-0,5-0-0,4-0= 94,41 %

### 3.2.4. Определение часового расхода топлива на котёл

В=⋅100, кг/ч,

где QКА=Дпе⋅(iпе-iпв)+Дпр⋅(is-iпв)=1000⋅(838,7-259)+12,6⋅(387-259)= =581312,8ккал/т,

тогда

В=⋅100 = 71376,5 м3/ч

Полученный расход топлива используем в дальнейших расчётах.