**Контрольная работа**

Охрана окружающей среды при эксплуатации энергетического оборудования

**Вариант № 5**

**Задача**

Состав газообразного топлива,коэффициент избытка воздуха(см.табл.). Найти Общий объем продуктов сгорания *VГ*, м3/м3;

Таблица 12 - Расчётная характеристика природного газа

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Газопровод | Состав, % | α |
| СО2 | СН4 | С2Н6 | С3Н8 | С4Н10 | С5Н12 | N2 |
| Карадаг - Тбилиси | 0,2 | 93,9 | 3,1 | 1,1 | 0,3 | 0,1 | 1,3 | 1,07 |

 Полный объем продуктов сгорания газов, включая и водяные пары, выражается суммой

VС.Г. + Vв.п. = Vг м3/м3

 В случае полного сгорания отходящие из топки газы будут содержать: во-первых, газы, получившиеся после сгорания углерода, водорода и летучей серы, а именно СО2, Н2О и SО2, далее азот Nв2 - нейтральный газ, пришедший в топку с кислородом воздуха, азот из состава топлива Nт2 и, наконец, кислород избыточного воздуха. Для удобства подсчетов продукты сгорания разделяются на водяные пары и сухие газы. Таким образом, в случае полного сгорания газов состав сухих продуктов сгорания в процентах по объему равняется

CО2+SО2+Nв2+Nт2+О2=100.

В общем случае в топку котла газообразные продукты сгорания содержат:

CO2 SO2 H2O – продукты полного сгорания

CO H2 CmHn – продукты неполного сгорания

O2 N2 – азот из топлива и воздуха, избыточный кислород.

Vг можно выразить равенством:

Vг = VCO2 + VSO2 + VH2O + VCO + VH2 + VCmHn + VO2 + VN2

1  Определяем теоретический объем воздуха V0, м3/м3, необходимого для полного сгорания при сжигании газа:

V0=0,0476 [0,5 СО+0,5Н2+1,5Н2S+∑(m +)СmНn-О2]

где: m – число атомов углерода;

n – число атомов водорода.

где СО - содержание окиси углерода в рабочем составе топлива, %;

Н2 - содержание водорода в рабочем составе топлива, %;

H2S - содержание сероводорода в рабочем составе топлива, %;

О2 - содержание кислорода в рабочем составе топлива, %.

V0=0,0476[(1+)93,9+(2+)3,1+(3+ )1,1+(4+ )0,3+(5+ )0,1]=

=0,0476[187,8+10,85+5,5+1,95+0,8]=9,8

2 Определяем теоретический объем азота V0N2, м3/м3, в продуктах сгорания при сжигании газа:

V0N2=0,79 V0+

V0N2=0,79 \* 9,8+$\frac{1,3}{100}$=7,8

2.2.3 Определяем объём трехатомных газов VRO2, м3/м3, в продуктах сгорания при сжигании газа:

VRO2=0,01(СО2+СО+Н2S+∑ m СmНn).

VRO2=0,01(0,2+(1\*93,9+2\*3,1+3\*1,1+4\*0,3+5\*0,1)=1,053

2.2.4 Определяем теоретический объём водяных паров V0H2O, м3/м3, в продуктах сгорания при сжигании газа:

V0H2O=0,01(Н2S+Н2+∑  СmНn+0,124dг.тл)+0,0161 V0

где: dг.тл – влагосодержание газообразного топлива, отнесенного к 1 м3 сухого газа, г/м3, dг.тл =10

V0H2O=0,01( \*93,9+  \*3,1+  \*1,1+  \*0,3+  \*0,1+0,124\*10)+

+0,0161\*9,8=2,048

Определяем избыточное количество воздуха Vвизб, м3/м3, для газохода:

Vвизб= V0(aср –1)

α - Средний коэффициент избытка воздуха

Vвизб= 9,8(1,07 –1) = 0,686

Vг можно выразить равенством:

Vг = 1,053+ 2,048 + 9,8 + 7,8 = 20,7 м3/м3

1. **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ ОТ КОТЕЛЬНОЙ**
* качестве расчетных и описательных исходных данных расчета использованы материалы по котельной, работающей на газе с резервным топливом – мазутным (см табл. 1-табл. 5).

Таблица 1 - Технологические параметры котла по варианту

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| № п/п | Параметр | Единицы | Значение |
| 1 | тепловая нагрузка | МВт | 16,3 |
| 2 | разряжение перед дымососом | Па | 1880 |
| 3 | Температура уходящих газов за котлом | °С | 140 |
| 4 | коэффициент расхода воздуха за котлом (α-уходящее) |  | 1,18 |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Таблица 2 - Состав газа по газопроводу по варианту (пример) |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Газопровод | CH4,% | C2H6,% | C3H8,% | C4H10,% | C5H12, % |  | N2,% | % | CO2,% |  | H2,% |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Брянск - Москва | 92,8 | 3,9 | 1,1 | 0,4 | 0.1 |  | 1,6 |  | 0,1 |  |  |
| Таблица 3 - Расчетные характеристики природного газа по варианту |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Газо- | Qр аб, |  | Qр аб, |  | V0, |  |  |  | VRO2, | V0N2, |  | V0H2O |  | Vor, |  | Плотность |  |
| провод | кКал/н |  | МДж/н |  | нм3/н |  | нм3/н | нм3/н |  | , |  |  | нм3/н |  |  |  |
|  | м3 |  | м3 |  | м3 |  |  |  | м3 | м3 |  |  |  | нм3/н |  | м3 |  | газа, |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | м3 |  |  |  |  |  | кг/м3 |  |
| Брянск -Москва |  |  | 8910 |  | 37,31 |  |  |  |  | 9,91 |  |  |  | 1,06 |  |  | 7,84 |  | 2,20 |  |  | 11,11 |  |  | 0,772 |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Таблица 4 - Технологические параметры котельной по варианту |  |  |  |
| вариант |  |  | температура |  | температура | высота |  | диаметр |  | скорость |  |  |
|  |  |  | наружного |  | ГВС, | 0С |  | трубы, |  | устья |  | выхода |  |  |
|  |  |  | воздуха, 0С |  |  |  |  |  |  |  | м |  |  | трубы, м |  | ГВС – W0, |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | м/с |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 5 |  | -17 |  |  |  | 145 |  |  |  |  | 60 |  |  | 1,2 |  |  |  |  | 20 |  |  |  |  |  |

Таблица 5 - Технологические параметры котельной по варианту

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Класс мазута | Wp, % | Ар , % | Sp , % | Ср , % | Нр , % | Np , % | Ор , % |
| Малосернистый (м) | 3,0 | 0,05 | 0,3 | 84,65 | 11,7 |  | 0,3 |

**Расчет основных характеристик мазута, твердого топлива и газа**

**Расчет низшей теплоты сгорания**

**Расчет основных характеристик мазута, твердого топлива и газа**

**Расчет низшей теплоты сгорания**

***1.*** Низшая теплота сгорания мазута и твердого топлива,МДж/кг:

QPH =Cp 1025  *H* *p* 108,5(*O* *p*  *Sлр* )  25*W* *p*

QPH =•84,65 1025  *11,7* 108,5(*0,3*  *0,3*)  25*•3,0 = 40,53*

***2.*** Низшая теплота сгорания для природного газа принимается поисходным данным из таблицы М.2 Приложения М, МДж/м3.

***3***.Объем сухих дымовых газов при нормальных условияхрассчитывается по уравнению:



Для твердого и жидкого топлива расчет выполняют по химическому составу сжигаемого топлива по формулам:

|  |  |
| --- | --- |
| *V* 0 0,0889  (*C* *p*  0,375  *S* *p* )  0,265  *H* *p*  0,0333  *O* *p* , |  |

*V* 0 0,0889  (84,65  0,375 0,3)  0,265 11,7  0,0333  0,3  10,62

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| *V* H2O0 0,111 *H* *p*  0,0124 *W* *p*  0,0161*V* 0 |  |  |

*VH2O* 0 0,11111,7  0,0124  3  0,016110,62  1,51



V0Г = 1,866•$\frac{84,65+0,375•0,3}{100}$ + 0,79• 10,62 + 0,8$\frac{0}{100}$ + 1,51= 11,48 нм3/кг

Vсг = 11,48 + (1,18- 1)•10,62 – 1,51 = 11,88 нм3/кг

***5.*** Для природного газа объемы дымовых газов принимаютсяпо исходным данным из таблицы М.2 Приложения М, м3/м3.

**Расчет основных технологических параметров котельной**

1 Мощность котельной при использовании мазута определяется исходя от мощности одного котла и потребностей потребителя:

1.  Qнp  B **
2.  40,53  0,546  0,9  19,916 М Вт Q  Qнp  B **

Q  37,31  0,57  0,91  19,353 МВт

Потребности потребителя 56 МВт.

Учитывая необходимую расчетную мощность одного котла выбираем 3 котла и 1 резервный типа:

- номинальная теплопроизводительность – 6,5 МВТ;

- топочный объем – 3,35 м3;

- КПД при сжигании газа – 0,91;

- КПД при сжигании мазута – 0,9.

1. Номинальная мощность котельной:

Qном = 3·Qк.ном = 3·6,5 = 19,5 МВт,

1. Расход топлива:

B = $\frac{Q}{QPH η}$, м3/с(кг/с)

При сжигании газа:

В = $\frac{16,3}{37,31•0,91}$ = 0,48м3/с

При сжигании мазута:

В = $\frac{16,3}{40,53•0,9}$ = 0,45 кг/с

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Расход газа | Расход мазута | Единицы измерения |
| 0,146 | 0,45 | кг/с |
| 0,48 | 0,000211 | м3/с |
| 527,16 | 654,42 | кг/ч |
| 684,62 | 0,761 | м3/ч |
| 3614788  | 4017,818 | м3/год |
| 2783,387 | 3455,323 | т/год |

Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при сжигании природного газа

2. Расчет выбросов оксидов азота

Суммарное количество оксидов азота NOx (г/с, т/год), выбрасываемых в атмосферу с дымовыми газами, определяются по формуле

 

где *Bp* - расчетный расход топлива, нм3/с (тыс. нм3/год);
при работе котла в соответствии с режимной картой с достаточной степенью точности может быть принято *Bp* = *B* - фактическому расходу топлива на котел;
 - низшая теплота сгорания топлива, МДж/нм3;
 - удельный выброс оксидов азота при сжигании газа, г/МДж.

Для водогрейных котлов

,

где *Qт* - фактическая тепловая мощность котла по введенному в топку теплу, МВт, определяемая по формуле

,
β*k* - безразмерный коэффициент, учитывающий принципиальную конструкцию горелки.
Qm = 0,19•37,31 = 7,09

КгNO2 = 0,013 $\sqrt{7},09$ + 0,03 = 0,065г/МДж

Для всех дутьевых горелок напорного типа (т.е. при наличии

дутьевого вентилятора на котле) принимается βк = 1,0.

* *t* 1  0*,*002*( tгв*  30 *)*

r  0,16r

  0,022

*M NOx* 0*,*1937*,*310*,*065111*,*2251110*,*564

*M NOx* 3614*,*78837*,*31110*,*9881*,*225111010,72

Суммарное количество диоксида азота МNO2

MNO2 = 0,8MNO x

*M NO*2=0*,*8•0*,*567= 0*,*453г/с

*M NO*2=0*,*8•10*,*77= 8*,*61т/год

Суммарное количество оксида азота

МNО = (1-0,8) МNОx • $\frac{μ\_{NO}}{μ\_{NO2}}$

*M NO* =0*,*13•0*,*567=0*,*074г/с

*M NO* =0*,*13•10*,*77=1*,*40т/год

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |  |  |  |  | **Расчет выбросов оксида углерода** |  |
| МСО = 10-3•В•ССО• $\left(1- \frac{g4}{100}\right)$ где В = 146 г/с = 2783,387 т/год |  |  |  |  |  |  |
| CCO  q3  R  Qir |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *CCO* 0*,*20*,*537*,*31 */* 0*,*7724*,*878г/кг |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

МСО = 10-3• $146 •4,878\left(1- \frac{0}{100}\right)=0,714$ г/с

МСО = 10-3•2783,387•4,878 $\left(1- \frac{0}{100}\right)$ = 13,58т/год