**Содержание**

Введение

Исходные данные

1. Расчет валового выброса вредных веществ

* 1. Расчет выбросов в атмосферу частиц золы и недожога

1.2 Расчет выбросов в атмосферу окислов серы

1.3 Расчет выбросов в атмосферу окиси углерода

1.4 Расчет выбросов в атмосферу окислов ванадия

1.5 Расчет выбросов в атмосферу оксидов азота

1.6 Расчет содержания бенз(а)пирена

2. Расчет высоты домовой трубы

3. Определение платы и ее предельных размеров зазагрязнениеокружающей природной среды

4. Расчет продуктов сгорания топлива

5. Разработка технических мероприятий по снижению вредных выбросов от ТЭС

5.1 Расчет выбросов в атмосферу частиц золы и недожога

5.2 Расчет выбросов в атмосферу оксидов азота

**Введение**

Природоохранная деятельность в энергетике приобретает качественно новый характер в связи с формированием системы законодательных актов по охране окружающей среды и проводимым на этой основе нормированием вредных выбросов. В условиях роста энергопотребления необходимо уделять особое внимание решению задачи охраны окружающей среды с тем, чтобы не только обеспечить экологическую безопасность существующих энергопредприятий, но и создать условия для наращивания их мощностей.

В настоящее время только тепловые электростанции (ТЭС) дают более 27% общих промышленных выбросов, потребляя 1/3 энергетического топлива.

Для концентрации усилий научных, проектно-конструкторских, производственных организаций по снижению негативного воздействия топливно-энергетического комплекса на окружающую среду разработана и начата реализация государственной научно-технической программы (ГНТП) «Экологически чистая энергетика». В программу включены четыре основных направления: «Безопасная атомная станция», «Экологически чистая тепловая электростанция на твердом топливе», «Нетрадиционная энергетика», «Топливо будущего».

Тепловая электростанция на твердом топливе должна отвечать экологическим требованиям: выбросы в атмосферу золы – не более 0,05 г/м3 (для экибастузского угля – не более 0,1 г/м3);окисловсеры не более 0,2-0,3 г/м3, оксидов азота – не более 0,15-0,2 г/м3 в дымовых газах при коэффициенте избытка воздуха αт = 1,4. Неочищенные жидкие стоки с ТЭС должны отсутствовать, доля золы и других твердых отходов, пригодных к использованию в народном хозяйстве, должна составлять не менее 80%.

**Исходные данные**

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № варианта | Место расположе-ния ТЭС и вид сжигаемого топлива | Марка, число котлов и вид горелок | Расход топлива ТЭС | | Температура уходящих газов, К | Тип золоулови-телей и их КПД, % | Температура воздуха, К | |
| Средняя самого жаркого месяца года, Тв | Средняя годовая, Тср |
| часовой при номиналь-ной нагрузке, кг/с(т/ч) | годовой  т/год, |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 6 | г. Кара-ганда, караган-динский уголь | Е-220-100, 8 шт., прямо-точный | 62,89  (226,4) | 1650 . 103 | 423 | скруббера (94) | 298,1 | 275,3 |

Таблица 2

**Расчетные характеристики сжигаемого топлива**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Номер варианта | Вид сжигаемого топлива | С о с т а в т о п л и в а в % п о м а с с е | | | | | | | | Qpн,  МДж/кг |
| Wp | Ap | Sp | Hp | Cp | Np | Op | Nг |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| 6 | Карагандинский уголь | 8,0 | 27,6 | 0,80 | 3,30 | 54,7 | 0,80 | 4,80 | 1,24 | 21,33 |

Карагандинский уголь – каменный

**1. РАСЧЕТ ВАЛОВОГО ВЫБРОСА ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОССФЕРУ**

**1.1 Расчет выбросов в атмосферу частиц золы и недожога**

Количество золовых частиц и недожога, уносимое из топки парогенераторов за любой промежуток времени(т/год, кг/с), определяется по формуле

МТВ = 0,01.В.(αун.Ар +q4 ун. ) . (1-η3)



где В - расход натурального топлива на парогенератор за любой промежуток времени (В = 62,89 кг/с; В = 1650 . 103 т/год);

Ар = 27,6% - зольность топлива на рабочую массу;

αун = 0,95- доля золовых частиц и недожога, уносимых из котла при камерном сжигании для каменных углей;

q4ун– потери теплоты с уносом от механической неполноты сгорания топлива, %. При отсутствии эксплутационных данных по q4ун при камерном сжигании каменных углей с твердым шлакоудалением для котлов паропроизводительностю 220 т/ч для приблизительного расчета в формулу подставляют нормативное значение q4 , т.е. q4ун = q4 = 1%;

Q pн =21330 кДж/кг -теплота сгорания топлива на рабочую массу;

η3 =0,94% – доля твердых частиц, улавливаемых в золоуловителях.

МТВ = 0,01.62,89.(0,95.27,6 +1. ) . (1-0,94) = 1,014 кг/с



МТВ = 0,01. 1650 . 103.(0,95.27,6 +1. ) . (1-0,94) =26603,97 т/год



**1.2 Расчет выбросов в атмосферу окислов серы**

Количество окислов серы, поступающих в атмосферу с дымовыми газами, в пересчете на SO2 за любой промежуток времени (т/год, кг/с) вычисляется по формуле

МSO2=0,02 В.Sp.(1-ήSO2).(1-η''SO2)

где Sp = 0,80 % - содержание серы в топливе на рабочую массу;

ήSO2 = 0,1 - доля окислов серы, связываемые летучей золой в газоходах парогенераторов при факельном сжигании карагандинского уголя;

η''SO2 = 0,015– доля окислов серы, улавливаемых в мокром золоуловителе попутно с улавливанием твердых частиц при нейтральной орошающей воде.

МSO2=0,02 . 62,89. 0,80.(1-0,1).(1-0,015) = 0,892 кг/с

МSO2=0,02 . 1650 . 103. 0,80.(1-0,1).(1-0,015) = 23403,6 т/год

**1.3 Расчет выбросов в атмосферу окиси углерода**

Количество окиси углерода (т/год, кг/с), выбрасываемой в атмосферу с дымовыми газами в единицу времени, вычисляется по формуле

MCO = 0,001.Cco. В.(1-0,01.q4)

где ССО – выход окиси углерода при сжигании твердого топлива (кг/т,), определяется по формуле

,



где q3- потери теплоты от химической неполноты сгорания топлива.

В котлах с паропроизводительностью более 75т/ч при отлаженном процессе горения потери теплоты от химического недожога равны нулю (q3= 0%), поэтому в таких котлах количество окиси углерода выбрасываемой в атмосферу с дымовыми газами в единицу времени не считается, т.е. MCO =0

**1.4 Расчет выбросов в атмосферу окислов ванадия**

Соединения ванадия в состав угольной золы не входят, поэтому количество окислов ванадия для котлов, сжигающих твердое топливо, в пересчете на пятиокись ванадия (V2O5) (т/год, кг/с), выбрасываемое в атмосферу дымовыми газами в единицу времени не вычисляется, т.е. M = 0



**1.5 Расчет выбросов в атмосферу оксидов азота**

Количество оксидов азота в пересчете на двуокись азота (т/год, кг/с), выбрасываемые в атмосферу с дымовыми газами в единицу времени для энергетических парогенераторов паропроизводительностью более 8,3 кг/с (30т/ч) вычисляется по формуле

M=10-3.K.By. (1-0.01.q4).β1. β2.β3



где К- коэффициент, характеризующий выход окислов азота, кг/т. у т;

Ву- расход условного топлива за любой промежуток времени (тут/год, кгут/с) находится по формуле

β1-коэффициент, учитывающий влияние на выходокислов азота качества сжигаемого топлива (содержание Nг);

β2=0,85- коэффициент, учитывающий конструкцию горелок (прямоточные);

β3=1,0- коэффициент, учитывающий вид шлакоудаления(твердое шлакоудаления);

Коэффициент К вычисляется по эмпирической формуле для котлов паропроизводительностью D, равной 200т/ч и более, при сжигании угля во всем диапазоне нагрузок;

К =,



где Dн = Dф =220 т/ч – номинальная и фактическая паропроизводительность котла при сжигании твердого топлива;

К == 6,29



Расход условного топлива определяется

,



QpH = 21330 кДж/кг - низшая теплота сгорания топлива

= 45,75 кгут/с



=1200,36 . 103 тут/год



Значение β1 при сжигании твердого топлива (αт ≤ 1,25) вычисляют по формуле

β1= 0,178 + 0,47.Nг,



где Nг=1,24%– содержание азота втопливе на горючую массу.

β1= 0,178 + 0,47.1,24 = 0,7608

M=10-3. 6,29 . 45,75. (1-0.01.1).0,7608 . 0,85 .1= 0,1842 кгут/с



M=10-3. 6,29 . 1200,36 . 103. (1-0.01.1).0,7608 . 0,85 .1= 4833,78 тут/год



* 1. **Расчет содержания бенз(а)пирена**

Количество бенз(а)пирена (БП), поступающее в атмосферу с дымовыми газами паровых котлов тепловых электростанций при факельном сжигании органических топлив рассчитывается по формуле

МБП= 10-6 .В.Vcг.CБП , при В = 62,89 кг/с

МБП= 10-9 .В.Vcг.CБП , при В = 1650 . 103 т/год

где В - расход натурального топлива на парогенератор за любой промежуток времени (В = 62,89 кг/с; В = 1650 . 103 т/год);

CБП- концентрация БП в сухом дымовом газе приведенная к α=1.4, мкг/м3; определяется в зависимости от вида сжигаемого топлива;

Vсг- объем сухих дымовых газов при α=1,4 , м3/кг

Vсг=Vг0 + 0,984 (α-1).V0 – V0



При стехиометрическом сжигании 1 кг топлив в м3/кг.

Vг0 = 6,01 м3/кг – объем дымовых газов

V0= 5,6 м3/кг - объем воздуха

V0= 0,56 м3/кг – объем водяных паров



Vсг=6,01+ 0,984 (1,4-1). 5,6– 0,56= 7,65 м3/кг

Концентрация БП в сухих дымовых газах котлов за золоуловителями при факельном сжигании углей Ст (мкг/м3), приведенная к избытку воздуха в газах =1,4, рассчитывается по формуле:



где А – коэффициент, характеризующий конструкцию нижней части топки (при твердом шлакоудалении А=0,521):

Qрн=21,33 МДж/кг – низшая теплота сгорания топлива;

= 1,4- коэффициент избытка воздуха в продуктах сгорания на выходе из топки;



= 1- коэффициент, учитывающий нагрузку котла



Кзу– коэффициент, учитывающий степень улавливания БП золоуловителями

Кзу = 1- ηзу .



ηзу= 94%;-КПД золоуловителя (по золе);

Z – коэффициент, учитывающий снижение улавливающий способности БП золоуловителями (для мокрых золоуловителей Z = 0,8)

**2. РАСЧЕТ ВЫСОТЫ ДЫМОВОЙ ТРУБЫ**

В настоящее время минимально допустимая высота дымовой трубы, при которой обеспечивается значение максимальной приземной концентрации вредного вещества См равное предельно допустимой концентрации (ПДК) для нескольких труб одинаковой высоты при наличии фоновой загрязненности Сф от других источников, рассчитывается по формуле:



где А =200 - для Европейской части и районов Российской Федерации южнее 500 с.ш., для остальных районов Нижнего Поволжья, Кавказа, Молдовы, для Азиатских республик, Казахстана, Дальнего Востока и остальной территории Сибири;;

F = 1- безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе (для газообразных вредных веществ и мелкодисперсных аэрозолей (пыли, золы и т.п.), скорость упорядоченного оседания которых практически равна нулю);

М, М – массовый выброс серного ангидрида и двуокиси азота, выбрасываемых в атмосферу в единицу времени, г/с(М=892 г/с; М= 184,2 г/с);



m и n - безразмерные коэффициенты, учитывающие условия выхода дымовых газов из устья дымовой трубы;

η - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа, местности; в случае ровной или слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км, η=1,0;

N = 2 - число одинаковых дымовых труб( 8 котлов);

V1 - объем дымовых газов, приходящийся на дымовые трубы, м3/с;

ΔТ=Тг-Тв = 74,9 К - разность температур выбрасываемых дымовых газов Тг= =(423 - 50) К и окружающего атмосферного воздуха Тв=298,1 К;

ПДК - предельно допустимая концентрация вещества, лимитирующего чистоту воздушного бассейна, мг/м3. Так ПДКSO2 = 0,5 мг/м3;

При определении значения ΔТ следует принимать температуру окружающего атмосферного воздуха Тв равной средней максимальной температуре наружного воздуха наиболее жаркого месяца года по СНиП 2.01.01-82, а температуру выбрасываемых в атмосферу дымовых газов Тг – в устье дымовой трубы.

Безразмерные коэффициенты m и n определяются в зависимости от параметров f и Uм :



f = ,



Uм =



где w0 – средняя скорость дымовых газов в устье дымовой трубы, м/с;

Д – диаметр устья дымовой трубы, м.

Коэффициент m определяется в зависимости от f по формуле

,



Коэффициент n определяется в зависимости от Uм по формулам:

n = 1

при

Uм ≥ 2

n = 0,532.U2м – 2,13. Uм +3,13 при

0,5 ≤ Uм < 2

n= 4,4 . Uмпри

Uм < 0,5

Объем дымовых газов, выбрасываемых в атмосферу, определяется по формулам:

,



или

V1=B.(1 - 0,01.q4).Vсг.=Вр.Vcг.,



Откуда

=



Предварительно выберем высоту трубы Н = 150 м и диаметр устья Д =4,2 м

= м/с



Получившееся значение скорости выхода газов из устья(w0= 23,5 м/с) попало в оптимальные значения скорости выхода газов из устья от 20 до 30 м/с для Н= 150 м.

м3/с



f =



Uм = ,



Коэффициент m определяется в зависимости от f по формуле

,



Коэффициент n определяется в зависимости от Uм по формуле:

n = 1 при Uм = 3,55 ≥ 2

=147,6 м



Принимаю высоту трубы Н = 150 м

1. **Определение платы и ее предельных размеров за загрязнение**

**окружающей природной среды**

Плата П (руб/год), за загрязнение окружающей природной среды, определяется по формуле

П = К1. К2. К3. Σ.Мi.Цi

где К1=1,79 - коэффициент индексации к базовым нормативам платы за выбросы в окружающую среду для 2007 г.;

К2=1,9- коэффициент, учитывающий экологические факторы состоянии атмосферного воздуха для Казахстана г. Караганда;

К3 - коэффициент, учитывающий вид загрязняемой территории. Значение К3= 1,2 для города.

Мi - массовые выбросы вредных веществ в атмосферный воздух, т/год;

Цi - базовые нормативы (допустимые) платы за выброс в атмосферу загрязняющих веществ, в ценах 2003 года ( Цтв= 103 руб./т; Ц SO2= 40 руб./т; Ц= 52 руб./т; ЦБП= 2049801 руб./т )



П =1,79 . 1,9 . 1,2 . (103 . 26603,97 + 40 . 23403,6 + 52. 4833,78 + 2049801 . 0,284) = =18405611 руб/год

1. **Расчеты продуктов сгорания топлива**

Расчет теоретически необходимого воздуха (V0) для полного сгорания топлива (коэффициент избытка воздуха = 1), теоретического объема азота (V0N2), объема трехатомных газов (VRO2), теоретического объема водяных паров (V0H2O) при сжигании твердого топлива производится по формулам, м3/кг:



V0=0,0889 (С p+0.375.S p)+0.265.H p-0,0333.O p,

V0N2= 0,79. V0+0,8.,



V0H2O=0,111.Н р+0,0124.W p+0.0161.V0,

VRO2=0,01866.(Cp+0,375.S p),

где, Сp, S p, Н р, O p, N p, W p – содержание углерода, серы, водорода, кислорода, азота, влаги в топливе, %.

V0=0,0889 (54,7+ 0,375.0,8)+ 0,265.3,3 - 0,0333. 4,8= 5,60 м3/кг

V0N2= 0,79. 5,6+ 0,8.= 4,42 м3/кг



V0H2O=0,111.3,3+0,0124. 8,0+ 0.0161. 5,6= 0,56 м3/кг

VRO2=0,01866.(54,7+ 0,375. 0,8)= 1,03 м3/кг

Объем дымовых газов при >1 определяется по формуле:



Vг=VRO2+V0N2+V0H2O+(”т -1).V0+0,0161.(”т -1).V0



V0г=VRO2+V0N2+V0H2O

Vг=1,03+4,42 +0,56 +(1,2 -1). 5,60 +0,0161.( 1,2- 1). 5,60= 7,15 м3/кг

V0г =1,03+4,42 +0,56= 6,01 м3/кг

где ”т - значение коэффициента избытка воздуха на выходе из топки (”т = 1,2 при пылеугольном сжигании):



**5. РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ**

**ПО СНИЖЕНИЮ ВРЕДНЫХ ВЫБРОСОВ ОТ ТЭС**

**5.1 Расчет выбросов в атмосферу частиц золы и недожога**

вредный выброс загрязнение тепловая электростанция

Для уменьшения выбросов в атмосферу частиц золы и недожога применяю скруббер с более высоким КПД (η3= 0,97), с учетом что оксид кальция не превышает 12%

МТВ = 0,01.В.(αун.Ар +q4 ун. ) . (1-η3)



МТВ = 0,01. 1650 . 103.(0,95.27,6 +1. ) . (1-0,97) =13301,98 т/год



**5.2 Расчет выбросов в атмосферу оксидов азота**

Для уменьшения выбросов в атмосферу оксидов азота применяю азотоочистную установку для отчистки дымовых газов

M=10-3.K.By(1-0.01.q4).β1. β2.β3.(1-аз )



аз=90% – доля оксидов азота улавливаемых в азотоочистной установке



M=10-3. 6,29 . 1200,36 . 103. (1-0.01.1).0,7608 . 0,85 .1.(1-0,9)= 483,378 тут/год



.r