**Д/З: оформить курсовой проект, титульный лист, Описание котельного агрегата вставить, смотрите в конце методички, формирование текста в табличке**

|  |
| --- |
| Поля: левое – 30 мм., верхнее – 20 мм.,  правое – 15 мм., нижнее – 20 мм |
| Размер шрифта (кегль) – надписи 14 пт, в таблицах можно 12 пт |
| Название шрифта – Times New Roman |
| Межстрочный интервал – полуторный |
| Абзац – 12 мм |

Министерство образования и науки РБ

ГБПОУ «Гусиноозерский энергетический техникум»

Курсовой проект по ПМ.01 Техническое обслуживание

котельного оборудования на ТЭС

Тема \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Выполнил : студент(ка) группы 19-1

ФИО\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

Проверил : преподаватель

Волкова Г.В.

2021г

Содержание: стр.

1. Описание котельного агрегата

2. Характеристика топлива

3. Теоретические объемы воздуха и продуктов сгорания

4. Энтальпия продуктов сгорания

5. Диаграмма HV

6. Объемы продуктов сгорания, объемные доли 3-х атомных газов и концентрации золы

7. Расчет теплового баланса

8. Расчет топочной камеры

9.Расчет ступеней пароперегревателей

10.Расчет ступеней водяного экономайзера

11.Расчет ступеней воздухоподогревателей

12.Список использованной литературы

Таблица 1. Характеристика топлива

|  |  |
| --- | --- |
| **Наименование, обозначение, размерность** | **Величина** |
| Содержание углерода на рабочую массу Ср, % |  |
| Содержание водорода на рабочую массу Hp, % |  |
| Содержание серы на рабочую массу Sp, % |  |
| Содержания азота на рабочую массу Np, % |  |
| Содержание кислорода на рабочую массу Op, % |  |
| Зольность на рабочую массу Ap, % |  |
| Влажность на рабочую массу Wp, % |  |
| Низшая теплота сгорания Qнp, ккал/кг |  |
| Низшая теплота сгорания Qнp, МДж/кг |  |
| Приведенная влажность Wп, %кг/МДж |  |
| Приведенная зольность Aп, %кг/МДж |  |
| Температуры плавкости золы, С  t1 |  |
| t2 |  |
| t3 |  |
| Выход летучих веществ Vг или daf, % |  |

1. Рассчитываем теоретические объемы воздуха и продуктов сгорания

Таблица 2.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование, обозначение** | **Расчетная формула** | **Величина** |
| Объем воздуха, | 0,0889(Ср+0,375Sp)+0,265Hp-0,0333Op |  |
| Объем трехатомных газов, | 0,01866(Cp+0,375Sp) |  |
| Объем азота, | 0,79Vв+0,008Np |  |
| Объем водяных паров, | 0,111Hp+0,0124Wp+0,0161Vв |  |
| Объем продуктов сгорания, |  |  |
| Действительный объем продуктов сгорании |  |  |

1. Рассчитываем энтальпию продуктов сгорания (данные заносим в таблицу3, используя формулы и табличные значения по теплоемкостям)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| t0С | (CU)RO | (CU)HO | (CU)N | (CU)в |
| 100 | 169 | 151 | 130 | 132 |
| 200 | 357 | 304 | 260 | 266 |
| 300 | 559 | 463 | 392 | 403 |
| 400 | 772 | 626 | 527 | 542 |
| 500 | 996 | 794 | 664 | 684 |
| 600 | 1222 | 967 | 804 | 830 |
| 700 | 1461 | 1147 | 946 | 979 |
| 800 | 1704 | 1335 | 1093 | 1130 |
| 900 | 1951 | 1524 | 1243 | 1281 |
| 1000 | 2202 | 1725 | 1394 | 1436 |
| 1100 | 2457 | 1926 | 1545 | 1595 |
| 1200 | 2717 | 2131 | 1695 | 1754 |
| 1300 | 2976 | 2350 | 1850 | 1913 |
| 1400 | 3240 | 2558 | 2009 | 2076 |
| 1500 | 3504 | 2779 | 2164 | 2239 |
| 1600 | 3767 | 3001 | 2323 | 2403 |
| 1700 | 4035 | 3227 | 2482 | 2566 |
| 1800 | 4303 | 3458 | 2642 | 2729 |
| 1900 | 4571 | 3688 | 2805 | 2897 |
| 2000 | 4843 | 3926 | 2964 | 3064 |
| 2100 | 5115 | 4161 | 3127 | 3232 |
| 2200 | 5387 | 4399 | 3290 | 3399 |

Нг0 =  (CU)RO +  (CU)N +  (CU)HO

Hво = Vв0(CU)в

Таблица 3 . Энтальпия продуктов сгорания

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **,ОС** | **, кДж/кг** | **, кДж/кг** |  | | | | | |
| **Топка и ширмы**  **α=1,2** | **П/п**  **α=1,23** | **ВЭК II ст**  **α=1,25** | **ВЗП II ст**  **α=1,28** | **ВЭК I ст**  **α=1,3** | **ВЗП I ст**  **α=1,33** |
| 2200 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2100 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 2000 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1900 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1800 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1700 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1600 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1500 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1400 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1300 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1200 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1100 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 1000 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 900 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 800 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 700 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 600 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 500 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 400 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 300 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 200 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 100 |  |  |  |  |  |  |  |  |

При α=1,2 рассчитывается от 10000 до 22000

При α=1,23 рассчитывается от 5000 до 9000

При α=1,25 рассчитывается от 4000 до 7000

При α=1,28 рассчитывается от 3000 до 6000

При α=1,3 рассчитывается от 2000 до 5000

При α=1,33 рассчитывается от 1000 до 3000

1. По данным таблицы 4 , чертим на миллиметровке диаграмму для дальнейших вычислений.
2. Рассчитываем объемы продуктов сгорания, объемные доли 3-х атомных газов и концентрации золы (данные заносим в таблицу 4)

Таблица 4.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Величина и расчетная формула** | **Топка и ширма** | **П/п** | **ВЭК II ст** | **ВЗП II ст** | **ВЭК I ст** | **ВЗП I ст** |
| Коэффициент избытка воздуха за поверхностью нагрева, | 1,2 | 1,23 | 1,25 | 1,28 | 1,3 | 1,33 |
| Средний коэффициент избытка воздуха в поверхности нагрева | 1,175 | 1,215 | 1,24 | 1,265 | 1,29 | 1,315 |
| Объем водяных паров, |  |  |  |  |  |  |
| Полный объем газов, |  |  |  |  |  |  |
| Объемная доля водяных паров, |  |  |  |  |  |  |
| Объемная доля трехатомных газов, |  |  |  |  |  |  |
| Доля трехатомных газов и водяных паров, |  |  |  |  |  |  |
| Масса дымовых газов, |  |  |  |  |  |  |
| Безразмерная концентрация золовых частиц,  , при α ун =0,95 |  |  |  |  |  |  |

1. Производим расчет теплового баланса, используя литературу (данные заносим в таблицу 5)

Таблица 5.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование,**  **обозначение, размерность** | **Расчетная формула**  **(способ определения)** | **Величина** |
| Температура уходящих газов ух, С | [1, с.14, табл. 1.4] |  |
| Энтальпия уходящих газов Нух, кДж/кг | HV-диаграмма |  |
| Температура топлива tтл, С | [1. с.26] | 20 |
| Теплоемкость сухой массы топлива Ccтл, кДж/кгК | [1. с.26] | 1,13 |
| Теплоемкость топлива Стл, кДж/кгК | 0,042Wp+Ccтл(1-0,01Wp) |  |
| Физическая теплота топлива Qтл, кДж/кг | Стлtтл |  |
| Располагаемое тепло топлива  Qрр, кДж/кг, примечание Qнр перевести МДж в кДж | Qнр+Qтл |  |
| Температура воздуха, подогретого вне котла tхв, С | принята | 30 |
| Энтальпия холодного воздуха  Нхв, кДж/кг, | 1,32tхвVв |  |
| Потери тепла с уходящими газами Q2, кДж/кг, примечание ух =1,33 | (Нух-ухНхв)[(100-q4)/100] |  |
| Потери тепла с уходящими газами q2, | (Q2100)/Qрр |  |
| Потери тепла с химическим недожогом q3, % | [1, с.36, табл. 4.6] | 0 |
| Потери тепла с химическим недожогом Q3, кДж/кг | [1, с.36, табл. 4.6] | 0 |
| Потери тепла с механическим недожогом q4, % | [1,с.36, табл. 4.6] | 0,5-1 |
| Потери тепла с механическим недожогом Q4, кДж/кг | (Qррq4)/100 |  |
| Потери тепла от наружного охлаждения через внешние поверхности котла q5, %. примечание Dном перевод паропроизводительности из т/ч в кг/с | (60/Dном)0,5 / lоgDном |  |
| Потери тепла от наружного охлаждения через внешние поверхности котла Q5, кДж/кг | (q5Qpp)/100 |  |
| Потери тепла с физической теплотой шлака q6, % | [1. с.28] | 0 |
| Потери тепла с физической теплотой шлака Q6, кДж/кг | [1. с.28] | 0 |
| КПД брутто котла брка, %, примечание означает сумма | 100-qi |  |
| Полезно использованное тепло Qка, к | Qрр- Qi |  |
| Полный расход топлива,  В, кг/ч, примечание перевести МДж в кДж Qнр;ηбркА/100; hпп = 3432,5  hпв = 961,4 | [Dном(hпп - hпв)] / (Qнр\* ηбркА) |  |
| Расчетный расход топлива, Вр, кг/ч | В\*[(100-q4)/100] |  |
| Коэффициент сохранения теплоты, φ | 1-[q5/( ηбрка +q5)] |  |

1. Производим расчет топочной камеры

Таблица 6.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование,**  **обозначение, размерность** | **Расчетная формула**  **(способ определения)** | **Величина** |
| Объем топочной камеры Vт,м3 | По конструктивным характеристикам | 3551для 640, 2850 для 420и 320 |
| Полная лечевоспринимающая поверхность топки Нлт, м2 | По конструктивным характеристикам | 1400 для 640, 890 для 420 и 320 |
| Полная поверхность стен F ст, м2 | По конструктивным характеристикам | 1895 для 640, 948 для 420 и 320 |
| Степень экранизации топки ψ | Нлт / F ст |  |
| Температура газов на выходе из топки υт,, примечание t1 берется из характеристики топлива, табл 2 | t1 -100 |  |
| Поправочный коэффициент β,  А- температурный коэффициент для твердых топлив 1100 | А/ υт,, |  |
| Условный коэффициент загрязнения поверхности ζ | [1, табл. 4.8] | 0,45-0,50 |
| Степень черноты факела ат | ζ \* β |  |
| Коэффициент избытка воздуха в топке αт | [1, табл. 1.7] | 1,15-1,20 |
| Присосы воздуха в топку Δ αт | [1, табл. 1.8] | 0,04 |
| Присосы воздуха в пылесистему Δαпл | [1, стр 18] | 0,03 |
| Температура горячего воздуха t г.в | [1, табл. 1.6] |  |
| Энтальпия горячего воздуха Н 0 г.в. | HV-диаграмма |  |
| Энтальпия холодного воздуха Н 0 х.в. | 1,32 \*t хв\* V в0 |  |
| Отношение количества воздуха на выходе из воздухоподогревателя к теоретически необходимому β,, | αт- Δ αт- Δ αпл |  |
| Тепло, вносимое с воздухом Qв | β,, \* Н 0 г.в. + (Δ αт + Δ αпл )\* Н 0 х.в. |  |
| Энтальпия газов на выходе из топки Нт,,, примечание находится при температуре газов на выходе из топки υт,, | HV-диаграмма |  |
| Тепло, переданное излучение в топке Qл | φ\* (Qт - Нт,,) |  |
| Полное тепловыделение в топке Qт | Qрр+ ((100-q3-q6) /100)+ Qв |  |
| Тепловая нагрузка лучевоспринимаемой поверхности нагрева qт | (Bр\*Qл) / Нлт |  |
| Видимое тепловыделение топочного объема qтv, примечание Qнр низшая теплота сгорания берется в кДж | (Bр\*Qнр) /Vт |  |
| Коэффициент, учитывающий загрязнение ширм, расположенных в выходном окне топки ψок | Ψ\*ζ |  |
| Средняя суммарная теплоемкость продуктов сгорания VC ср, примечание υа- теоретическая температура горения в топке =20500С | (Qт - Нт,,) / (υа –υ т,,) |  |
| Эффективная толщина излучаемого слоя в топочной камере S , мм | (3,6 \* Vт) /F ст |  |
| Коэффициент ослабления лучей трехатомными газами kгrп, 1/мМПа, примечание rно, rп берется из расчетов табл 5, Vср средняя температура газов |  |  |
| Коэффициент ослабления лучей золовыми частицами kзлзл, 1/мМПа примечание: , μ-безразмерная концентрация золовых частиц из расчетов табл.5, - эффективный диаметр золовых частиц=16, - температура газов на выходе из топки из расчетов υт,, |  |  |
| Коэффициент ослабления лучей частицами горячего кокса Кк | [1.43] | 0,5 |
| Коэффициент ослабления лучей топочной средой ќ, примечание р=1, S- эффективная толщина излучаемого слоя в топочной камере | (kгrп + Кк + kзлзл)\*р\*S |  |
| Число Больцмана для камеры сгорания В0 |  |  |
| Диаметр внутренних экранных труб d1/δ | По конструктивным характеристикам | 60/6 |
| Шаг между трубами экрана  S, мм | По конструктивным характеристикам | 64 |
| Температура газов на выходе из топки (камеры сгорания) υт,, примечание υа- теоретическая температура горения в топке =20500С | υа / [1+(0,4/ В00,6)] |  |

1. Рассчитываем ступени пароперегревателей

Вторая ступень пароперегревателя (средние ширмы)

Таблица 7.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Наименование, обозначение, размерность** | | **Формула, способ нахождения** | **Величина** | |
| Диаметр труб, d1/d2, мм/мм | | по конструктивным характеристикам | 38/29для 640, 29/20для 420, 25/15для 320 | |
| Шаги труб, S1/S2, мм/мм | | по конструктивным характеристикам | 52/45для 640, 45/38для 420,38/31для 320 | |
| Число рядов по глубине, z2 | | по конструктивным характеристикам | 58для 640,42для 420,38для 320 | |
| Поверхность нагрева,Н, м2 | | по конструктивным характеристикам | 804для 640,725для 420,680 для 320 | |
| Лучевоспринимающая поверхность нагрева Fлш, м2 | | по конструктивным характеристикам | 103 для 640, 95 для 420, 87 для 320 | |
| Расчетная поверхность нагрева Нр, м2 | | Н- Fлш |  | |
| Сечение для прохода газа, fг, м2 | | по конструктивным характеристикам | 169 для 640, 153для 420, 148 для 320 | |
| Сечение для прохода пара, fп, м2 | | по конструктивным характеристикам | 0,173для 640;0,157 для 420; 0,145 для 320 | |
| Дополнительная поверхность нагрева Ндоп, м2 | | по конструктивным характеристикам | 56 для 640, 48 для 420, 36 для 320 | |
| Температура газов на входе, С | | Из расчета топки при температуре газов на выходе из топки υт,, |  | |
| Энтальпия газов на входе,  , кДж/кг | | HV-диаграмма |  | |
| Эффективная толщина излучающего слоя S, мм | | Из расчетных характеристик | 2,92 для 640; 1,87 для 420 и 320 | |
| Число лент по ширме n, шт | | по конструктивным характеристикам | 13для 640, 10 для 420, 8 для 320 | |
| Температура пара на входе t,, 0С | | Задается | 420 для 640, 280 для 420 и 320 | |
| Давление пара на входе Р,, МПа | | задается | 2,55 | |
| Энтальпия пара на входе h,, кДж/кг | | (3. табл. III) | 3284,5 для 640; 2945,5 для 420 и 320 | |
| Температура пара на выходе t,,, 0С | | Задается | | 540 для 640, 480 для 420 и 320 |
| Давление пара на выходе Р,,, МПа | | задается | | 2,55 |
| Энтальпия пара на выходе h,,, кДж/кг | | (3. табл. III) | | 3551для 640, 3212 для 420 и 320 |
| Расход вторичного пара Двп  примечание перевести т/ч в кг/с | | 550т/ч для 640, 330т/ч для 420,  для 320 – 230 т/ч | |  |
| Тепловосприятие пароперегревателя Qб, кДж/кг | | [Двп(h,, - h,)]/Вр | |  |
| Энтальпия газов на выходе Н г,,, кДж/кг, примечание Δα = 0,03 | | +Δα+ Н 0 х.в.- (Qб/φ) | |  |
| Температура газов на выходе | | HV- диаграмма | |  |
| Средняя температура газов, срг, С | |  | |  |
| Средняя скорость газов,  wг, м/с; примечание Vг- выход летучих веществ из характеристики топлива, табл 2 | | [ВрVг(срг +273)]/(3,6fг273) | |  |
| Коэффициент теплоотдачи конвекцией, к, Вт/м2К т | | (1,табл 6.1) | |  |
| Средний удельный объем  Vсрп, м3/кг | | (3. табл. III) | | 0,02157 для 640; 0,01955 для 420 и 320 |
| Средняя температура пара,tср, С | | (t/ +t// )/2 | |  |
| Средняя скорость пара,wп, м/с | | (Двп Vсрп)/(fп3,6) | |  |
| Коэффициент теплоотдачи от стенки к пару,2, Вт/м2К | | [1.табл.6.1] | |  |
| Коэффициент загрязнения,, м2К/Вт | | [1. табл.6.1] | |  |
| Коэффициент ослабления лучей 3-атомными газами Кг, примечание rно, rп берется из расчетов табл 5, Vср средняя температура газов | |  | |  |
| Температура загрязненной стенки,  tз,С | | tср+[[(+1/2)((ВрQб)]/(Нр4,18)]] | |  |
| Коэффициент теплоотдачи излучением,л, Вт/м2К | | [1.табл.6.1] | |  |
| Коэффициент теплопередачи,  k, Вт/м2К | | (к+л)/ [1+(+1/2)(к+л)] | |  |
| Средний температурный напор, tср, | |  | |  |
| Тепловосприятие по уравнению теплопередачи, Qт, кДж/кг | | (Нрktср)/(Вр1000) | |  |
| Невязка II ступени ΔQ | | [(Qб – Qт) /Qб]\*100% | |  |

Первый регулятор перегрева впрыском

Таблица 8

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование, обозначение, размерность** | **Формула, способ нахождения** | **Величина** |
| Температура пара на входе , С | задается | 450 для 640, 370 для 420 и 320 |
| Энтальпия пара на входе, , кДж/кг | (3. табл. II) | 759,8 для 640; 689,8 для 420 и 320 |
| Температура пара на выходе, , С | t/-15 |  |
| Энтальпия пара на выходе, , кДж/кг | [3. табл. II] | 752,2 для 640; 683,2 для 420 и 320 |
| Количество впрыскиваемого конденсата Dвпр, т/ч, где hвпр= 389,2, D-паропроизводительность котла | [D( - )]/(-hвпр) |  |

Вторая ступень пароперегревателя (крайние ширмы)

Таблица 9

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование, обозначение, размерность** | **Формула, способ нахождения** | **Величина** |
| Диаметр труб, d1/d2, мм/мм | по конструктивным характеристикам | 38/29для 640, 29/20для 420, 25/15для 320 |
| Шаги труб, S1/S2, мм/мм | по конструктивным характеристикам | 52/45для 640, 45/38для 420,38/31для 320 |
| Число рядов по глубине, z2 | по конструктивным характеристикам | 58для 640  37 для 420 и 320 |
| Поверхность нагрева, Н, м2 | по конструктивным характеристикам | 714для 640  596 для 420 и 320 |
| Лучевоспринимающая поверхность нагрева,Fшл, м2 | по конструктивным характеристикам | 91 для 640  78для 420 и 320 |
| Сечение для прохода газа, fг, м2 | по конструктивным характеристикам | 169для 640  126 для 420 и 320 |
| Сечение для прохода пара, fп, м2 | по конструктивным характеристикам | 0,152для 640  0,139для 420 и 320 |
| Расчетная поверхность нагрева, Нр, м2 | Н-Fшл |  |
| Температура газов на входе, , С | Из расчета топки при температуре газов на выходе из топки υт,, |  |
| Энтальпия газов на входе, кДж/кг | HV-диаграмма |  |
| Температура пара на входе,, С | задается | 440 для 640, 350 для 420, 320 для 320 |
| Энтальпия пара на входе,  , кДж/кг | (3. табл 3) | 3144,2 для 640; 2945 для 420; 2550 для 320 |
| Энтальпия пара на выходе,  , кДж/кг | (3. табл 3) | 3328 для 640, 3144 для 420,2960 для 320 |
| Температура пара на выходе,  , С | задается | 510 для 640, 460 для 420, 410 для 320 |
| Тепловосприятие ширм на выходе из топки,Qшл, кДж/кг, примечание Qлт берется из расчета топки Qл | (Qлт Fшл ζφ)/737,6 |  |
| Тепловосприятие ширм по балансу Qб, кДж/кг, где Dвпр =45 т/ч, D-паропроизводительность | ((D-Dвпр)(-)/Вр)- Qшл |  |

Продолжение таблицы 9

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование, обозначение, размерность** | **Формула, способ нахождения** | **Величина** |
| Энтальпия газов на выходе за ширмами,, кДж/кг, Δα=0,03 | +ΔαНхв0 - Qб /φ |  |
| Температура газов за ширмами, , С | НV-диаграмма |  |
| Средняя температура газов,срг, С |  |  |
| Средняя температура пара,tср, С |  |  |
| Средний удельный объем пара,  Vсрп, м/с | (3.табл 3) | 0,0194 |
| Средняя скорость газов Wг , примечание Vг- выход летучих веществ из характеристики топлива, табл 2, срг  -средняя температура газов | [Вр Vг (срг  + 273 ) ]/ (3,6fг273) |  |
| Средний температурный напор tср, |  |  |
| Средняя скорость пара Wп, м/с, D-паропроизводительность, Dвпр =45 т/ч | [(D-Dвпр)Vсрп]/(3,6fп) |  |
| Тепловосприятие ширм по уравнению теплообмена, Qт, кДж/кг,примечание k берется из табл.8 | (НрktСР)/(Вр1000) |  |
| Невязка ступени ΔQ | [(Qб – Qт) /Qб]100% |  |

Отводящие трубы заднего экрана

Таблица 10.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование, обозначение, размерность** | **Формула, способ нахождения** | **Величина** |
| Температура газов перед трубами, , С, примечание кр.ш- температура газов на выходе табл.8, р.ш- температура газов на выходе табл.10 | (кр.ш+р.ш)/2 |  |
| Энтальпия газов перед трубами, , кДж/кг | НV-диаграмма |  |
| Температура газов за трубами,, С | (/г-25) |  |
| Энтальпия газов за трубами,  , кДж/кг | НV-диаграмма |  |
| Тепловосприятие по балансу,  Qб, кДж/кг |  |  |

Второй регулятор перегрева впрыска

Таблица 11.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование, обозначение, размерность** | **Формула, способ нахождения** | **Величина** |
| Температура пара на входе,  , С | задается | 500 для 640, 450 для 420,  380 для 320 |
| Энтальпия пара на входе,  , кДж/кг | / 4,18 | 3323 для 640, 3010 для 420 и 320 |
| Температура пара на выходе,  , С | принимаем | 478 для 640, 425 для 420, 390 для 320 |
| Энтальпия пара на выходе,  , кДж/кг | /4,18 | 3258 для 640, 2945 для 420 и 32 |
| Энтальпия впрыскиваемого конденсата, hвпр, кДж/кг | [3. табл. III] | 389,2 |
| Количество впрыскиваемого конденсата, D2, т/ч, D-паропроизводительность | [D( - )]/(-hвпр) |  |

Дополнительная поверхность

Таблица 12.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование, обозначение, размерность** | **Формула, способ нахождения** | **Величина** |
| Поверхность нагрева F,м2 | По конструктивным характеристикам | 106 для 640  85 для 420 и 320 |
| Коэффициент теплоотдачи К1 кДж/м\*0С, примечание k берется из табл.8 | 0,85k |  |
| Средняя температура газов υсрС, примечание υ ,ср,шир- температура газов на входе табл.8, υ,кр,шир- температура газов на входе табл.10 | (υ ,ср,шир+υ,кр,шир)/2 |  |
| Средняя температура пара tср,0С | (t,ср,шир+t,кр,шир)/2 |  |
| Температурный напор Δt,0С | υср- tср |  |
| Тепловосприятие поверхности по уравнению теплообмена Qдоп, кДж/кг | (НрК1Δt) /(Вр1000) |  |

Третья ступень пароперегревателя

Таблица 13.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование, обозначение, размерность** | **Формула, способ нахождения** | **Величина** |
| Диаметр труб,d1/d2, мм/мм | по конструктивным характеристикам | 38/26 для 640, 29/20 для 420, 25/15для 320 |
| Шаги труб,S1/S2, мм/мм | по конструктивным характеристикам | 180/71 для 640, 175/68 для 420, 170/62 для 320 |
| Число рядов по глубине, z2 | по конструктивным характеристикам | 8 для 640, 6 для 420, 4 для 320 |
| Поверхность нагрева, Н, м2 | по конструктивным характеристикам | 630 для 640, 590 для 420, 550 для 320 |
| Сечение для прохода газа,fг, м2 | по конструктивным характеристикам | 98,7 для 640;49,35 для 420; 39,4 для 320 |
| Сечение для прохода пара,  fп, м2 | по конструктивным характеристикам | 0,212 для 640;0,198 для 420; 0,164 для 320 |
| Температура газов на входе,  , С | На выходе из II ступени крайние ширмы, температура газов за ширмами |  |
| Энтальпия газов на входе,  , кДж/кг | HV- диаграмма |  |
| Температура пара на входе,  , 0С | На выходе после второго регулятора | 478 для 640, 389 для 420 и 320 |
| Энтальпия пара на входе,  , кДж/кг | (3. табл III) | 3250,4 для 640; 2917,55 для 420 и 320 |
| Температура пара на выходе,  , 0С | задаемся с последующим уточнением | 540 для 640, 460 для 420 и 320 |
| Энтальпия пара на выходе,  , кДж/кг | [3. табл. III] | 3387,1 для 640, 3125 для 420 и 320 |
| Тепловосприятие ступеней по балансу,Qб, кДж/кг (при Dвпр=153), D-паропроизводительность | [(h// -h/ )(D-Dвпр)]/Вр |  |
| Тепловосприятие дополнительной поверхности, Qдоп, кДж/кг | По конструктивным характеристикам | 50 для 640, 45 для 420 и 320 |
| Теплосодержание газов на выходе,  , кДж/кг | Н/Г-[(Qб+Qдоп)/φ] |  |
| Температура газов на выходе,, 0С | НV-диаграмма |  |
| Средняя температура газов,ср, 0С | (+)/2 |  |
| Средняя температура пара,tср, 0С | (t| +t|| )/2 |  |
| Средняя скорость пара,  wп, м/с (при Dвпр=14,5), D-паропроизводительность | [(D-Dвпр)Vсрп]/(fп3,6) |  |
| Средний удельный объем Vсрп | [3. табл. III] | 0,02251 для 640; 0,01977 для 420 и 320 |
| Средняя скорость газов, wг, м/с, примечание Vг- выход летучих веществ из характеристики топлива, табл 2 | [ВрVг(ср +273)]/(3,6fг273) |  |
| Коэффициент теплоотдачи конвекцией,  к, Вт/м2\*К | 1стр 122 |  |
| Коэффициент ослабления лучей 3-атомными газами Кг, примечание rно, rп берется из расчетов табл 5, Vср средняя температура газов |  |  |
| Коэффициент теплоотдачи от стенки к пару,2, Вт/м2\*К | [1.табл.6.1] |  |
| Коэффициент загрязнения., м2\*К/Вт | [1. табл.6.1] |  |
| Температура поверхности загрязнения газом tз,0С | tСР+[(+1/2)[ВрQб/Нр]] |  |
| Коэффициент теплоотдачи излучением.  л, Вт/м2\*К | [1.табл.6.1] |  |
| Коэффициент теплопередачи.  k, Вт/м2\*К | (к+л)/[1+(+(1/2)(к+л)] |  |
| Средний температурный напор. tср, 0С | СР-tСР |  |
| Тепловосприятие по уравнению теплообмена Qт, кДж/кг | (НktСР)/(Вр1000) |  |
| Невязка ступени ΔQ | [(Qб – Qт /Qб)]100% |  |

Теплообменник

Таблица 14.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование, обозначение, размерность** | **Формула, способ нахождения** | **Величина** |
| Температура пара на входе, , С | Из III ступени | 524 для 640, 459 для 420 и 320 |
| Энтальпия пара на входе,  , кДж/кг | (3. табл III) | 810,3 для 640; 695,4 для 420 и 320 |
| Объем тепла в теплообменнике  h, кДж/кг | - |  |
| Энтальпия пара на выходе,  , кДж/кг | (3. табл III) | 796,3 для 640; 681,4 для 420 и 320 |
| Температура пара на выходе,  , С | задается | 503 для 640 , 438 для 420 и 320 |

Третий регулятор перегрева впрыска

Таблица 15.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование, обозначение, размерность** | **Формула, способ нахождения** | **Величина** |
| Температура пара на входе,  t, С | Из теплообменника | 503 для 640 , 438 для 420 и 320 |
| Энтальпия пара на входе,  , кДж/кг | (3. табл III) | 796,3 для 640; 681,4 для 420 и 320 |
| Температура пара на выходе,  , С | принимаем | 490 для 640, 425 для 420 и 320 |
| Энтальпия пара на выходе,  , кДж/кг | (3. табл III) | 767 для 640, 652,1 для 420 и 320 |
| Количество впрыскиваемого конденсата Dвпр, т/ч, где hвпр= 389,2, D-паропроизводительность |  |  |

Дополнительная поверхность

Таблица 16

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование, обозначение, размерность** | **Формула, способ нахождения** | **Величина** |
| Поверхность нагрева F,м2 | По конструктивным характеристикам | 50 для 640, 35 для 420 и 320 |
| Коэффициент теплоотдачи К2 кДж/м\*0С | 0,8k |  |
| Температурный напор Δt,0С, примечание υср –средняя температура газов из табл.14, tср-средняя температура пара из табл.14 | υср- tср |  |
| Тепловосприятие поверхности по уравнению теплообмена Qдоп, кДж/кг | [НрК2 Δt] /(Вр1000) |  |

Четвертая ступень пароперегревателя

Таблица 17

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование, обозначение, размерность** | **Формула, способ нахождения** | **Величина** |
| Диаметр труб, d1/d2, мм/мм | по конструктивным характеристикам | 38/26 для 640, 29/20 для 420, 25/15для 320 |
| Шаги труб,S1/S2, мм/мм | по конструктивным характеристикам | 90/67 для 640, 85/59 для 420, 80/55 для 320 |
| Число рядов по глубине,z2 | по конструктивным характеристикам | 14 для 640, 10 для 420, 6 для 320 |
| Поверхность нагрева Н, м2 | по конструктивным характеристикам | 870 для 640  657 для 420 и 320 |
| Сечение для прохода газа, fг, м2 | по конструктивным характеристикам | 76,7 для 640  47,7 для 420 и320 |
| Сечение для прохода пара, fп, м2 | по конструктивным характеристикам | 0,186 для 640  0,152 для 420 и 320 |
| Температура газов на вход, С | Из III ступени пароперегревателя температура газов на выходе |  |
| Энтальпия газов на входе,  , кДж/кг | НV-диаграмма |  |
| Температура пара на входе,  , 0С | задается | 490 для 640, 450 для 420, 390 для 320 |
| Энтальпия пара на входе,  , кДж/кг | 3,табл 2 | 3206,1для 640; 2906,2 для 420; 2606,3 для 320 |
| Температура пара на выходе,  , 0С | задана | 524 для 640, 498 для 420, 472 для 320 |
| Энтальпия пара на выходе,  , кДж/кг | 3,табл 2 | 3387,1 для 640; 3167,3 для 420; 2948,3 для 320 |
| Тепло, воспринятое паром вследствие охлаждения газов,Qб, кДж/кг | [(-)D вп]/Вр |  |
| Тепловосприятие дополнительной поверхности, Qдоп, кДж/кг | принимаем | 41,2 для 640; 38,4 для 420; 35,6 для 320 |
| Энтальпия газов на выходе,  , кДж/кг | -[(Qб+Qдоп)/φ] |  |
| Температура газов на выходе,, оС | НV-диаграмма |  |
| Средняя температура газов,υ срг, 0С | (+)/2 |  |
| Средняя температура пара, tСР, 0С | (+)/2 |  |
| Средняя скорость пара,  wп, м/с, где Dвпр =14,5,D-паропроизводительность | [(D-Dвпр) Vсрп] /(fп3,6) |  |
| Средний удельный объем Vсрп | 3, табл 3 | 0,001874 для 420 и 320 |
| Средняя скорость газов,wг, м/с, примечание Vг- выход летучих веществ из характеристики топлива, табл 2 | [ВрVг(υсрг +273)]/(3,6fг273) |  |
| Коэффициент теплоотдачи конвекцией,αк, Вт/м2\*К | 1табл 6.1 |  |
| Коэффициент ослабления лучей 3-атомными газами Кг, примечание rно, rп берется из расчетов табл 5, Vср средняя температура газов |  |  |
| Коэффициент теплоотдачи от стенки к пару,α2, Вт/м2\*К | 1,стр 132 |  |
| Коэффициент загрязнения,  ε, м2\*К/Вт | 1,стр 143 |  |
| Эффективная толщина излучающего слоя S,мм | По конструктивным характеристикам | 0,127 для 640; 0,108 для 420 и 320 |
| Температура загрязненной стенки, tз, | tСР+[(ε+(1/α2)[ВрQб/Н]] |  |
| Коэффициент теплоотдачи излучением, αл, Вт/м2\*К | 1,стр 141 |  |
| Коэффициент теплопередачи,  k, Вт/м2\*К | (αк+αл)/[1+(ε+1/α2)(αк+αл)] |  |
| Средний температурный напор, Δtср, | υсрг –tср |  |
| Тепловосприятие по уравнению теплопередачи, Qт, кДж/кг | (НkΔtср)/(Вр1000) |  |
| Невязка ступени ΔQ | [(Qб - Qт)/ Qб]100 |  |

Дополнительная поверхность

Таблица 18

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование, обозначение, размерность** | **Формула, способ нахождения** | **Величина** |
| Поверхность нагрева F,м2 | По конструктивным характеристикам | 55,3 для 640  32,7 для 420 и 320 |
| Коэффициент теплоотдачи К2 кДж/м\*0С | 0,8k4,18 |  |
| Температурный напор Δt,0С примечание υср –средняя температура газов из табл.18, tср-средняя температура пара из табл.18 | υсрг- tср |  |
| Тепловосприятие поверхности по уравнению теплообмена Qдоп, кДж/кг | (НрК2 Δt) /(Вр1000) |  |

Первая ступень первичного пароперегревателя противоток

Таблица 19

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование, обозначение, размерность** | **Формула, способ нахождения** | **Величина** |
| Диаметр труб,d1/d2, мм/мм | по конструктивным характеристикам | 38/30 для 640, 29/27 для 420 и 320 |
| Шаги труб,S1/S2, мм/мм | по конструктивным характеристикам | 90/91 для 640, 78/79 для 420 и 320 |
| Число рядов по глубине,z2 | по конструктивным характеристикам | 6 для 640, 4 для 42 и 320 |
| Поверхность нагрева,Н, м2 | по конструктивным характеристикам | 746 для 640  425 для 420 и 320 |
| Сечение для прохода газа,fг, м2 | по конструктивным характеристикам | 54,7 для 640  27,7 для 420 и 320 |
| Сечение для прохода пара,fп, м2 | по конструктивным характеристикам | 0,265 для 640  0,189 для 420 и 320 |
| Температура газов на входе,, С | Из IV ступени на выходе |  |
| Энтальпия газов на входе,, кДж/кг | НV-диаграмма |  |
| Энтальпия пара на входе,  , кДж/кг | 3, табл 2 | 2647,2 для 640; 2157,6 для 420 и 320 |
| Температура пара на входе,  , С | задается | 348 для 640, 285 для 420 и 320 |
| Энтальпия пара на выходе,  , кДж/кг | 3, табл 2 | 2865,9 для 640; 2385,6 для 420 и 320 |
| Температура пара на выходе,  , С | задается | 378 для 640, 328 для 420 и 320 |
| Тепло, воспринятое паром вследствии охлаждения газов,Qб, кДж/кг  (где Dвпр=153 ) | [(h||п –hп| )(D-Dвпр)]/Вр |  |
| Энтальпия газов на выходе,, кДж/кг | Н/г-(Qб + Qдоп/) |  |
| Тепловосприятие дополнительной поверхности, Qдоп, кДж/кг | принимаем | 39,59 для 640; 32,5 для 420; 29,6 для 320 |
| Температура газов на выходе,, оС | НV-диаграмма |  |
| Средняя температура газов,срг, С | (//г+/г)/2 |  |
| Средняя температура пара, tср, С | (t/п +t//п)/2 |  |
| Средняя скорость пара, wп, м/с  (где Dвпр=57 ) | [(D-Dвпр)Vсрп]/(fп3,6) |  |
| Средний удельный объем Vсрп | 3, табл 3 | 0,0109 |
| Средняя скорость газов, wг, м/с, примечание Vг- выход летучих веществ из характеристики топлива, табл 2 | [ВрVг(срг +273)]/(3,6fг273) |  |
| Коэффициент теплоотдачи конвекцией, к, Вт/м2К | стр |  |
| Коэффициент теплоотдачи от стенки к пару, 2, Вт/м2К | 1,стр 132 |  |
| Коэффициент загрязнения,, м2К/Вт | 1,стр 143 |  |
| Температура загрязненной стенки, tз,С | tср+[(+1/2)(ВрQб/Нр)] |  |
| Коэффициент теплоотдачи излучением, л, Вт/м2К | 1,стр 141 |  |
| Коэффициент теплопередачи,  k, Вт/м2К | (к+л)/ [1+(+(1/2)(к+л)] |  |
| Средний температурный напор, tср,  | срг –tср |  |
| Тепловосприятие по уравнению теплопередачи, Qт, кДж/кг | (Нktср)/(Вр1000) |  |
| Невязка ступени ΔQ | [(Qб - Qт)/ Qб]100% |  |

Поворотная камера

Таблица 20

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Наименование, обозначение, размерность | Формула, способ нахождения | Величина |
| Лучевоспринимающая поверхность нагрева, Нл, м2 | по конструктивным характеристикам | 140 для 640  72 для 420 и 320 |
| Площадь стен поворотной камеры, Fст , м2 | по конструктивным характеристикам | 616 для 640  473 для 420 и 320 |
| Объем поворотной камеры,  V, м3 | по конструктивным характеристикам | 906 для 640  720 для 420 и 320 |
| Сечение для прохода пара, fп, м2 | по конструктивным характеристикам | 0,322 для 640  0,256 для 420 и 320 |
| Средняя температура пара в поворотной камере,tср, С | принимаем | 350 для 640, 280 для 420 и 320 |
| Средняя скорость пара,wп, м/с, Dвпр=61 | [(D-Dвпр)Vпср]/(fп3,6) |  |
| Средний удельный объем Vсрп | 3, табл 3 | 0,01323 для 640; |
| Тепло, переданное излучением в камеру, Qдоп, кДж/кг | задаемся с последующим уточнением | 80для 640  66 для 420 и 320 |
| Коэффициент теплоотдачи от стенки к пару,2, Вт/м2К | 1,стр 132 |  |
| Коэффициент загрязнения,, м2К/Вт | 1,стр 143 |  |
| Температура загрязненной стенки, tз, | tср+[(+(1/2)(Вр Qдоп /Нл)] |  |
| Коэффициент теплоотдачи излучением,л, Вт/м2К | 1,стр 141 |  |
| Тепло, переданное излучением, Qл, кДж/кг | [л(ср-tз)Нл]/(Вр1000) |  |
| Энтальпия газов за поворотной камерой,  Н,,, кДж/кг; примечание для 640 Н/ перегретый п/п= 3432,5; для 420 и 320 Н/ перегретый п/п =3051,7 | Н/ перегретый п/п –(Qл/ |  |
| Температура газов за поворотной камерой,, С | НV-диаграмма |  |
| Лучевоспринимающая поверхность п/п в поворотной камере Нлпот | задается | 98 для 640  67 для 420 и 320 |
| Тепловосприятие потолочного пароперегревателя Qлпот, примечание Qт берется из I I I ступени | (Qт Нлпотφζ)/737,6 |  |
| Тепловосприятие п/п на насыщенной стороне Q, примечание Qдоп3 из I I I ступени, Qдоп из I V ступени | Qдоп3+Qдоп4+ Qдоп |  |
| Энтальпия пара на входе в I ступень п/п Н,ст.Dвпр=37 | Н пп+[ (QВр)/ (D-Dвпр)] |  |
| Температура пара на входе в I ступень п/п t,ст | HV - диаграмма |  |
| Тепловосприятие п/п после I ступени ΣQ | Qдоп4 +Q лпот |  |
| Температура пара на входе в ширму t,ш | 3,табл III |  |
| Теплосодержание пара на входе в ширму Н, ш, Dвпр= 57 | Н,I ст. первич п/п + ((ΣQВр)/(D-Dвпр)) |  |

Вторичный пароперегреватель (выходная ступень), прямоток

Таблица 21

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование, обозначение, размерность** | **Формула, способ нахождения** | **Величина** |
| Диаметр труб,d1/d2, мм/мм | по конструктивным характеристикам | 43/44 для 640, 37/38 для 420 и 320 |
| Шаги труб, S1/S2, мм/мм | по конструктивным характеристикам | 120/65 для 640, 80/45 для 420 и 320 |
| Поверхность нагрева, Н, м2 | по конструктивным характеристикам | 1924 для 640  1547 для 420 и 320 |
| Сечение для прохода газа, fг, м2 | по конструктивным характеристикам | 71,8 для 640  54,8 для 420 и 320 |
| Сечение для прохода пара, fп, м2 | по конструктивным характеристикам | 0,73 для 640  0,44 для 420 и 320 |
| Энтальпия пара на входе,  , кДж/кг | [3. табл. III] | 3366,2 для 640; 3155,3 для 420 и 320 |
| Температура пара на входе,, С | задается | 456 для 640, 388 для 420 и 320 |
| Температура пара на выходе,  , С | задана | 545 для 640, 456 для 420 и 320 |
| Энтальпия пара на выходе,  , кДж/кг | [3. табл. III] | 3566,5 для 640; 2945,6 для 420 и 320 |
| Тепловосприятие по балансу, Qб, кДж/кг |  |  |
| Средняя температура пара,tcр, С |  |  |
| Средний удельный объем пара срп | [3. табл. III] | 0,02251 для 640; 0,01847 для 420 и 320 |
| Температура газов на выходе,, С | HV-диаграмма |  |
| Энтальпия газов на выходе,  , кДж/кг,вп=0,02 | Нг/+[(Qб/)-впН0хв] |  |
| Тепловосприятие обвязывающего змеевика, Qобвб, кДж/кг | принимаем | 231 для 640  145 для 420 и 320 |
| Энтальпия газов на входе,, кДж/кг | Н ,, поворотная камера |  |
| Температура газов на входе, С | υ,, поворотная камера |  |
| Средняя температура газов,срг, С |  |  |
| Средняя скорость газов,wг, м/с, примечание Vг- выход летучих веществ из характеристики топлива, табл 2 | [ВрVг(срг +273)]/(3,6fг273) |  |
| Коэффициент теплоотдачи конвекцией,к, Вт/м2К | табл 6.1 |  |
| Эффективная толщина излучающего слоя,S, м | [0,9d1((S1S2)/(4d2-1))]/103 |  |
| Суммарная поглощательная способность трехатомных газов, рпS, мМПа | rпS |  |
| Коэффициент ослабления лучей трехатомными газами,kг, 1/мМПа, примечание rно, rп берется из расчетов табл 5, Vср средняя температура газов |  |  |
| Коэффициент ослабления лучей золовыми частицами,kзл, 1/мМПа | [1.140, рис.6.13] |  |
| Средняя скорость пара,wп, м/с | (DвпVсрп)/(fп3,6) |  |
| Коэффициент теплоотдачи от стенки к пару, 2, Вт/м2К | [1. табл.6.1] |  |
| Коэффициент загрязнения,, м2К/Вт | [1. табл.6.1] |  |
| Температура загрязненной стенки, tз, | tср+[(+(1/2)ВрQб/Н] |  |
| Коэффициент теплоотдачи излучением,л, Вт/м2К | [1,табл.6.1] |  |
| Коэффициент теплопередачи  k, Вт/м2К | (к+л)/[1+(+1/2)(к+л)] |  |
| Средний температурный напор, tср,  | υ срг - tср |  |
| Тепловосприятие по уравнению теплопередачи , Qт, кДж/кг | (Нktср)/(Вр 1000) |  |
| Невязка ступени ΔQ | [(Qб - Qт )/ Qб]100% |  |

Обвязывающий змеевик

Таблица 22

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование, обозначение, размерность** | **Формула, способ нахождения** | **Величина** |
| Поверхность нагрева Нр | По конструктивным характеристикам | 240 для 640, 170 для 420 и 320 |
| Коэффициент теплоотдачи Кр | 0,8k |  |
| Тепловосприятие обвязывающего змеевика Qт | (НрКрΔt)/(Вр1000) |  |
| Энтальпия газов за змеевиком Нг,, | Н ..вых.ст-(Qт/φ) |  |
| Температура газов за змеевиком υ,,0С | HV- диаграмма |  |

**Входная ступень вторичного пароперегревателя, противоток**

Таблица 23

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование, обозначение, размерность** | **Формула, способ нахождения** | **Величина** |
| Диаметр труб,d1/d2, мм/мм | по конструктивным характеристикам | 42/43 для 640; 35/33 для 420 и 320 |
| Шаги труб,S1/S2, мм/мм | по конструктивным характеристикам | 120/65 для 640, 80/45 для 420 и 320 |
| Поверхность нагрева,Н, м2 | по конструктивным характеристикам | 2000 для 640, 1750 для 420 и 320 |
| Сечение для прохода газа,fг, м2 | по конструктивным характеристикам | 76,2 для 640; 48,2 для 420 и 320 |
| Сечение для прохода пара,fп, м2 | по конструктивным характеристикам | 0,758 для 640; 0,457 для 420 и 320 |
| Энтальпия пара на входе, , кДж/кг | [3. табл. III] | 3106,6 для 640; 2784,5 для 420 и 32 |
| Температура пара на входе,, С | задается | 340 для 640, 280 для 420 и 320 |
| Температура пара на выходе,, С | задана | 456 для 640, 296 для 420 и 320 |
| Энтальпия пара на выходе,, кДж/кг | [3. табл. III] | 3366,2 для 640; 3044,1 для 420 и 320 |
| Тепловосприятие по балансу,  Qб, кДж/кг, примечание Д вп из табл.8 |  |  |
| Средняя температура пара,tcр, С |  |  |
| Средний удельный объем пара срп | [3. табл. III] | 0,01722 для 640; 0,01288 для 420 и 320 |
| Температура газов на выходе,, С | HV- диаграмма |  |
| Энтальпия газов на выходе,, кДж/кг | Нг/-(Qб/) |  |
| Энтальпия газов на входе,  , кДж/кг | Н ,, выходная ступень |  |
| Температура газов на входе,, С | υ,, выходная ступень |  |
| Средняя температура газов,срг, С |  |  |
| Средняя скорость газов,wг, м/с, примечание Vг- выход летучих веществ из характеристики топлива, табл 2 | [ВрVг(срг +273)]/(3,6fг273) |  |
| Коэффициент теплоотдачи конвекцией,к, Вт/м2К | табл.6.1 |  |
| Эффективная толщина излучающего слоя,S, м | Из выходной ступени | 8,7 для 640; 6,8 для 420 и 320 |
| Суммарная поглощательная способность трехатомных газов, рпS, мМПа | rпS |  |
| Коэффициент ослабления лучей трехатомными газами,kг, 1/мМПа, примечание rно, rп берется из расчетов табл 5, Vср средняя температура газов |  |  |
| Средняя скорость пара,wп, м/с | (ДвпV пср)/(fп3,6) |  |
| Коэффициент теплоотдачи от стенки к пару, 2, Вт/м2К | [1. табл.6.1] |  |
| Коэффициент загрязнения,, м2К/Вт | [1. табл.6.1] |  |
| Температура загрязненной стенки, tз,С | tср+[(+(1/2)(ВрQб/Н)] |  |
| Коэффициент теплоотдачи излучением,л, Вт/м2К | [1,табл.6.1] |  |
| Коэффициент теплопередачи  k, Вт/м2К | (к+л)/  [1+(+(1/2)(к+л)] |  |
| Средний температурный напор, tср, | υ ср - tср |  |
| Тепловосприятие по уравнению теплопередачи , Qт, кДж/кг | (Нktср)/(Вр1000) |  |
| Невязка ступени ΔQ | [(Qб - Qт)/ Qб]100 |  |

Водяной экономайзер (вторая ступень)

Таблица 24

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование, обозначение, размерность** | **Формула, способ нахождения** | **Величина** | |
| Диаметр труб d1/d2, мм/мм | по конструктивным характеристикам | 32/24 для 640, 27/19 для 420 и 320 | |
| Шагтруб,S1/S2, мм/мм | по конструктивным характеристикам | 75/55 для 640, 54/34 для 420 и 320 | |
| Число рядов по ходу газов,z2 | по конструктивным характеристикам | 14 для 640, 9 для 420 и 320 | |
| Поверхность нагрева,H, м2 | по конструктивным характеристикам | 2138,5 для 640; 1755,5 для 420 и 320 | |
| Сечение для прохода газов,fг, м2 | по конструктивным характеристикам | 67,3 для 640; 48,4 для 420 и 320 | |
| Температура газов на выходе, , С | задается | 350 для 640, 285 для 420 и 320 | |
| Энтальпия газов на выходе,, кДж/кг | НVдиаграмма |  | |
| Температура газов на входе,, С | υ,, выходная ступень |  | |
| Энтальпия газов на входе,  , кДж/кг | НV-диаграмма |  | |
| Тепловосприятие по балансу,  Qб, кДж/кг |  |  | |
| Температура воды на входе,  , С | принимаем | 230 для 640, 175 для 420 и 320 | |
| Энтальпия воды на входе,  , кДж/кг | [3. табл. III] | 1019,1 для 640; 1004,3 для 420 и 320 | |
| Энтальпия воды на выходе,  , кДж/кг |  |  | |
| Температура воды на выход, С | [3. табл. III] |  | |
| Средний температурный напор tср, | (t,+t,,)/ 2 |  | |
| Коэффициент использования поверхности нагрева , м2К/Вт | [1.115, табл.6.1] | 0,45-0,5 | |
| Средняя температура газов.срг, С |  |  |
| Средняя скорость газов.w, м/с, примечание Vг- выход летучих веществ из характеристики топлива, табл 2 | [ВрVг(срг +273)]/(3,6fг273) |  |
| Коэффициент теплоотдачи конвекцией, к, Вт/м2К | стр 122 |  |
| Эффективная толщина излучающего слоя, S, мм | 0,9d1((4S1S2)/d2)-1)/1000 |  |
| Коэффициент ослабления лучей трехатомными газами,kгrп, 1/мМПа, примечание rно, rп берется из расчетов табл 5, Vср средняя температура газов |  |  |
| Температура загрязненной стенки,  tз, С | tсрв+100 |  |
| Коэффициент теплоотдачи излучением, л, Вт/м2К | табл 6.1 |  |
| Коэффициент загрязнения,, Вт/м2К | табл 6.1 |  |
| Коэффициент теплопередачи,  k, Вт/м2К | (к+ л)/(1+( к+ л)) |  |
| Тепловосприятие по уравнению теплопередачи,Qт, кДж/кг | (k Н tср)/(В1000) |  |
| Невязка ступени ΔQ | [(Qб - Qт)/ Qб]100 |  |

Воздухоподогреватель (вторая ступень)

Таблица 25

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование, обозначение, размерность** | **Формула, способ нахождения** | | **Величина** |
| Диаметр труб,d1/d2, мм/мм | по конструктивным характеристикам | | 40/37 для 640, 28/25 для 420 и 320 |
| Шаги труб, S1/S2, мм/мм | по конструктивным характеристикам | | 60/42 для 640, 30/12 для 420 и 320 |
| Поверхность нагрева,Н, м2 | по конструктивным характеристикам | | 13300 для 640, 6650 для 420 и 320 |
| Сечение для прохода газа,fг, м2 | по конструктивным характеристикам | | 34,9 для 640; 28,4 для 420 и 320 |
| Сечение для прохода воздуха,fв, м2 | по конструктивным характеристикам | | 43,5 для 640; 27,3 для 420 и 320 |
| Число рядов по ходу воздуха,z2 | по конструктивным характеристикам | | 54 для 640, 38 для 420 и 320 |
| Температура воздуха на входе,  , С | принимаем | | 240 для 640, 167 для 420 и 320 |
| Энтальпия воздуха на входе ,  , кДж/кг | 3,табл III | | 1386,44 для 640; 1127,5 для 420 и 320 |
| Температура воздуха на выходе,  , С | задаемся с последующим уточнением | | 373 для 640, 289 для 420 и 320 |
| Энтальпия воздуха на выходе,  , кДж/кг | 3,табл III | | 2875 для 640, 2616,1 для 420 и 320 |
| Отношение количества горячего воздуха к теоретически необходимому, ср | т-т-пл +(вп/2) | |  |
| Тепловосприятие по балансу, Qб,кДж/кг |  | |  |
| Средняя температура воздуха, tcрв, С |  | |  |
| Энтальпия воздуха при средней температуре, Нср, кДж/кг | 1,32tcрвVв | |  |
| Температура газов на выходе,  , С | принимаем | | 480 для 640, 380 для 420 и 320 |
| Энтальпия газов на выходе,  , кДж/кг | НV-диаграмма | |  |
| Энтальпия газов на входе,, кДж/кг |  | |  |
| Температура газов на входе,С | | НV-диаграмма | 545 для 640, 420 для 420 и 320 |
| Средняя температура газов,срг, С | |  |  |
| Средняя скорость газов, wг, м/с, примечание Vг- выход летучих веществ из характеристики топлива, табл 2 | | [ВрVг(срг +273)]/(3,6fг273) |  |
| Коэффициент теплоотдачи с газовой стороны 1, Вт/м2К | | табл 6,1 |  |
| Коэффициент ослабления лучей трехатомными газами kгrп, 1/мМПа примечание rно, rп берется из расчетов табл 5, Vср средняя температура газов | |  |  |
| Средняя скорость воздуха,wв, м/с | | [ВрсрVв(tсрв+273)]/(3,6fв273) |  |
| Коэффициент теплоотдачи с воздушной стороны,2, Вт/м2К | | [1.117, табл.6.1] |  |
| Коэффициент использования поверхности нагрева,, м2К/Вт | | [1.117, табл.6.6] |  |
| Коэффициент теплопередачи,k, Вт/м2К | | [12)/(1+2)] |  |
| Средний температурный напор, tср, С | |  |  |
| Тепловосприятие по уравнению теплопередачи,Qт, кДж/кг | | (Нktср)/(Вр1000) |  |

Воздухоподогреватель (первая ступень)

Таблица 26

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Наименование, обозначение, размерность** | **Формула, способ нахождения** | **Величина** |
| Диаметр труб,d1/d2, мм/мм | по конструктивным характеристикам | 40/37 для 640, 27/24 для 420 и 320 |
| Шаги труб,S1/S2, мм/мм | по конструктивным характеристикам | 60/42 для 640, 30/12 для 420 и 320 |
| Относительный поперечный шаг, 1 | S1/d1 |  |
| Относительный продольный шаг, 2 | S2/d1 |  |
| Число труб по ширине куба нижнего/верхнего, z1 | по конструктивным характеристикам | 279/308 для 640, 253/230 для 420 и 320 |
| Число труб по глубине куба нижнего/верхнего, z2 | по конструктивным характеристикам | 98/104 для 640, 78/ 84 для 420 и 320 |
| Поверхность нагрева,  Н, м2 | по конструктивным характеристикам | 37620 для 640, 18810 для 420 и 320 |
| Сечение для прохода газа,  fг, м2 | по конструктивным характеристикам | 32,9 для 640; 26,7 для 420 и 320 |
| Сечение для прохода воздуха, fв, м2 | по конструктивным характеристикам | 43 для 640, 36 для 420 и 320 |
| Температура воздуха на входе, , | задана | 55 для 640, 34 для 420 и 320 |
| Энтальпия воздуха на входе, , кДж/кг | 1,32Vвtв. |  |
| Температура воздуха на выходе | задаемся с последующим уточнением | 233 для 640, 212 для 420 и 320 |
| Энтальпия воздуха на выходе, , кДж/кг | св tв.. |  |
| Отношение количества горячего воздуха к теоретически необходимому, ср | т-т-пл + вп+(вп/2) |  |
| Тепловосприятие по балансу, Qб, кДж/кг |  |  |
| Средняя температура воздуха, tcрв, |  |  |
| Энтальпия воздуха при средней температуре, Нср, кДж/кг | 1,32tcрвVв |  |
| Температура газов на выходе, , | Из второй ступени ВЗП |  |
| Энтальпия газов на выходе, , кДж/кг | НV-диаграмма |  |
| Энтальпия газов на входе,  , кДж/кг | +(Qб/)-впНср |  |
| Температура газов на входе, , С | НV-диаграмма |  |
| Средняя температура газов, срг, |  |  |
| Средняя скорость газов, wг, м/с примечание Vг- выход летучих веществ из характеристики топлива, табл 2 | [ВрVг(срг +273)]/(3,6fг273) |  |
| Коэффициент теплоотдачи с газовой стороны ,1, Вт/м2К | табл 6.1 |  |
| Средняя скорость воздуха, wв, м/с | [ВрсрVв(tсрв+273)]/3,6fв273 |  |
| Коэффициент теплоотдачи с воздушной стороны, 2, Вт/м2К | [1.115, табл.6.1] |  |
| Коэффициент использования поверхности нагрева,, м2К/Вт | [1.115, табл.6.1] |  |
| Коэффициент теплопередачи,  k, Вт/м2К | 12/(1+2) |  |
| Средний температурный напор,  tлогср, С | срг- tcрв |  |
| Тепловосприятие по уравнению теплопередачи,Qт, кДж/кг | (Нktлогср)/(Вр1000) |  |

Водяной экономайзер (первая ступень)

Таблица 27

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование, обозначение, размерность** | | **Формула, способ нахождения** | **Величина** |
| Диаметр труб,d1/d2, мм/мм | | по конструктивным характеристикам | 32/24 |
| Шаг трубS1/S2, мм/мм | | по конструктивным характеристикам | 75/46 |
| Число рядов по ходу газов,z2 | | по конструктивным характеристикам | 32 |
| Поверхность нагрева,H, м2 | | по конструктивным характеристикам | 3880 |
| Сечение для прохода газов,fг, м2 | | по конструктивным характеристикам | 51,5 |
| Температура газов на выходе, , С | | НV-диаграмма | 271 |
| Энтальпия газов на выходе, , кДж/кг | | НV-диаграмма |  |
| Температура газов на входе, , С | | задаемся с последующим уточнением | 340 |
| Энтальпия газов на входе,кДж/кг | | НV-диаграмма |  |
| Тепловосприятие по балансу, Qб, кДж/кг | |  |  |
| Температура воды на входе,  , С | | [1.14, табл.1] | 105 |
| Энтальпия воды на входе,  , кДж/кг | | [3. табл. III] | 1215,2 |
| Энтальпия воды на выходе,  , кДж/кг | |  |  |
| Температура воды на выходе,  ,С | | [3. табл. III] |  |
| Средний логарифмический температурный напор,tлогср, С | | срг- tcрв |  |
| Коэффициент использования поверхности нагрева, , м2К/Вт | | [1.115, табл.6.1] | 0,45-0,50 |
| Средняя температура газов, срг, С | |  | |  | |
| Средняя скорость газов,w, м/с, примечание Vг- выход летучих веществ из характеристики топлива, табл 2 | | [ВрVг(срг +273)]/(3,6fг273) | |  | |
| Коэффициент теплоотдачи конвекцией,к, Вт/м2К | | табл 6.1 | |  | |
| Эффективная толщина излучающего слоя,S, мм | | по конструктивным характеристикам | | 8,7 | |
| Суммарная поглощательная способность трехатомных, газов рпS, мМПа | | rпS | |  | |
| Коэффициент ослабления лучей трехатомными газами, kгrп, 1/мМПа, примечание rно, rп берется из расчетов табл 5, Vср средняя температура газов | |  | |  | |
| Коэффициент ослабления лучей золовыми частицами,  kзлзл, 1/мМПа, примечание Vср берется средняя температура газов | | [1.140, рис.6.13] | | 64,5 | |
| Коэффициент ослабления лучей,  k, 1/мМПа | | kгrп+ kзлзл | |  | |
| Средняя температура воды,  tсрв, С | |  | |  | |
| Температура загрязненной стенки,  tз, С | | tсрв+25 | |  | |
| Коэффициент теплоотдачи излучением, л, Вт/м2К | | табл 6.1 | |  | |
| Коэффициент загрязнения,, Вт/м2К | | табл 6.1 | | 0,00045 | |
| Коэффициент теплопередачи,k, Вт/м2К | | (к+ л)/(1+( к+ л)) | |  | |
| Тепловосприятие по уравнению теплопередачи,Qт, кДж/кг | | (k\*Н tлогср)/(Вр1000) | |  | |

**Список литературы:**

Рекомендуемая литература:

Основные источники:

1. Боровков, В.М. Изготовление и монтаж технологических трубопроводов [Текст]: учебник для студ.учреждений сред. проф. образования / В.М. Боровков, А.А. Калютик. – М. : Издательский центр «Академия», 2007. – 240 с.; 22 см. – 4000 экз. – ISBN 978-5-7695-3019-7.
2. Ящура, А.И. Система технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования [Текст]: справочник / А.И. Ящура.- М.: ЭНАС, 2010. – 504с.: ил.; 22 см. – 10000 экз. - ISBN 978-5-93196-849-0.
3. Соколов Б.А. Устройство и эксплуатация паровых и водогрейных котлов малой и средней мощности [Текст]: учеб. Пособие / Б.А.Соколов – М.: Издательский центр «Академия». – 2008. – 64 с. 23.5 см. – 4 000 экз. – ISBN 978-5-7695-4102-5
4. Соколов Б.А. Паровые и водогрейные котлы малой и средней мощности [Текст]: учеб. пособие для студ. Высш. учеб. заведений / Б.А.Соколов. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 128 с. 21 см. – 2 000 экз. – ISBN 978-5-7695-4745-4
5. Александров, А.А., Григорьев Б.А. Таблицы теплофизических свойств воды и водяного пара [Текст]: Справочник. Рек. Гос. Службой стандартных справочных данных. ГСССД Р-776-98. -2-е изд., стереот. – М.: Издательский дом МЭИ, 2006. – 168 с.; ил.; 26 см. – 5000 экз. – ISBN 5-903072-43-7.
6. Матюнин, В.М. Металловедение в теплоэнергетике [Текст]: учебное пособие для вузов / В.М. Матюнин. – М. : Издательский дом МЭИ, 2008. – 328 с.: ил.; 21,5 см. – 1000 экз. - ISBN 978-5-383-00222-3.
7. Пашков Н.Н., Долгачев Ф.М. Гидравлика. Основы гидрологии [Текст]: учеб. для техникумов. – 3-е изд.,перераб. и доп.- М. : Энергоатомиздат, 1993. – 448 с.: ил.; – 1000 экз. - ISBN 5-283-02018-5.
8. Правила устройства и безопасной эксплуатации паровых котлов. ПБ 1—574-03. – СПб.: Изд. ДЕАН, 2008.
9. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. ПБ 03-576-03. – С.П. 2008.
10. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации [Текст] – М.: Издательство «Омега-Л», 2008. – 256 с.

Дополнительные источники:

1. Костерев Ф.М., Кушнырев В.И. Теоретические основы теплотехники :Учебник для энергетических и энергостроительных техникумов.- М.: Энергия-360 с.-40000 экз.
2. Основы современной энергетики: Курс лекций для менеджеров энергетических компаний. В двух частях / Под общей редакцией чл.-корр. РАН Е.В. Аметистова. – Часть 1. Трухний А.Д., Макаров А.А., Клименко В.В. Современная теплоэнергетика: -М.: Издательство МЭИ, 2002. – 368 с., ил.; 24 см. – 2000 экз. – ISBN 5-7046-0890-6 (ч.1).

Журналы:

Тепловые электрические станции;

Теплоэнергетика;

Энергетик;

Интернет – ресурсы:

1. Теплота - все для Теплотехника и Теплоэнергетика (Электронный ресурс). -Режим доступа: http://[www.teplota.org.ua](http://www.teplota.org.ua) без регистрации. - Заглавие с экрана. Дата обращения: 25.03.2011.
2. Теплоэнергетическое оборудование (Электронный ресурс).- Режим доступа: http://[www.oborudka.ru](http://www.oborudka.ru)c регистрацией. - Заглавие с экрана. Дата обращения:25.03.2011.
3. Теплоэнергетика (Электронный ресурс). - Режим доступа: http://[www.teploenergetika.info](http://www.teploenergetika.info). c регистрацией. - Заглавие с экрана. Дата обращения 18.04.2011.

**КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ КОТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ**

**БКЗ-420-140-6.**

Котельный агрегат типа Е-420-140 предназначен для сжигания твёрдых топлив. Котёл барабанный, с естественной циркуляцией, выполнен по П-образной схеме.

Топочная камера – с жидким шлакоудалением, полностью экранирована трубами расположенными с шагом 64 мм. Камера горения представляет собой два восьмигранных притока, соединенных переходным коридором. Трубы фронтового и заднего экранов внизу тонки образуют слабонаклонный под, в котором имеются две летки для выхода жидкого шлака.

Прямоточные горелки расположены по четыре на каждом предтопке и направлены тангенциально к окружности диаметром 980 мм, расположенным по осям каждого предтопка.

Сопла для сброса сушильного агента размешены выше ядра горения. Для достижения плотности топка с наружной стороны экранных труб защищена металлическим листом.

Топочные экраны секционированы на 20 независимых циркуляционных контуров.

Барабан котла – сварной, внутренним диаметром 1600 мм.

Схема испарения – двухступенчатая, с промывкой пара питательной водой. Первая ступень испарения включена непосредственно в барабан котла, вторая включает две группы выносных сепарационных циклонов.

Пароперегреватель – радиационно-конвектированного типа, изготовлен из труб диаметром 32 и 38 мм.

Радиационная часть выполнена в виде ширмовых поверхностей нагрева и потолочных труб.

Конвективная часть состоит из пакетов, расположенных в горизонтальном газоходе котла.

Регулирование температуры перегретого пара осуществляется двухступенчатым впрыском «собственного» конденсата. Крома того, при растопке котла с целью предохранения от пережога пароперегревателя последний снабжён специальными растопочными пароохладителями с впрыском питательной воды.

Водяной экономайзер из труб диаметром 32, толщиной стенки 4 мм и трубчатый воздухоподогреватель, выполненные в рассечку, расположены опускном конвективном газоходе, кроме воздухоподогревателя первой ступени по ходу воздуха, который вынесен в отдельную колонку.

Кубы воздухоподогревателя и блоки «холодной» части экономайзера установлены друг на друге, сварены между собой для увеличения плотности конвективного газохода.

При нагревании конвективная шахта расширяется вверх.

Для очистки поверхностей нагрева от золовых отложений предусмотрены обдувочные аппараты виброочистка ширм и дробевая очистка низкотемпературных поверхностей нагрева.

Котлоагрегат снабжен необходимой арматурой устройствами для отбора проб пара и воды, а также контрольно-измерительными приборами. Процессы питания котла, регулирования температуры перегретого пара и горения автоматизированы.

Котлоагрегат поставляется крупными транспортно-табельными блоками.

**КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ КОТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ**

**БКЗ-320-140-Ж.**

Котельный агрегат типа Е-320-140Ж предназначен для сжигания твердых топлив с индивидуальной разомкнутой схемой пылеприготовления. Котел - барабанный, с естественной циркуляцией, выполнен по П. – образной схеме.

Топочная камера – с жидким шлакоудалением, полностью экранирована трубами диаметром 60 *мм*, расположенными с шагом 64*мм*. В нижней части топки фронтового и заднего экранов образуют пережим (полуоткрытая топка), разделяющий утепленную камеру горения и камеру охлаждения. Камера горения представляет собой два восьмигранных предтопка, соединенных переходным коридором. Трубы фронтового и заднего экранов внизу топки образуют слабонаклонный под, в котором имеются две ледки для выхода жидкого шлака.

Прямоточные горелки расположены по четыре на каждом предтопке и направлены тангенциально к окружностям диаметром 980 *мм,* расположенным по осям каждого предтопка.

Топочные экраны секционированы на 16 независимых циркуляционных контуров.

Барабан котла – сварной конструкции, внутренним диаметром 1600 *мм* (сталь 16ГНМА).Схема испарения – двухступенчатая, с промывкой пара питательной водой. Первая ступень испарения включена непосредственно в барабан котла, второй служат две группы выносных сепарационных циклонов.

Пароперегреватель – радиационно-конвективного типа, изготовлен из труб диаметром 32, 38 и 42 *мм* (сталь 20, 12Х1МФ и Х18Н12Т).Радиационная часть выполнена в виде ширмовых поверхностей нагрева и потолочных труб топочной камеры. Конвективная часть состоит из пакетов, расположенных в горизонтальном газоходе котла.Регулирование температуры перегретого пара осуществляется впрыском «собственного» конденсата.

Водяной экономайзер из труб диаметром 32, с толщиной стенки 4 *мм* и трубчатый воздухоподогреватель, выполненные в рассечку, расположены в опускном конвективном газоходе. Кубы воздухоподогревателя и блоки «холодной» части экономайзера установлены один на другом и сварены между собой для увеличения плотности конвективная шахта расширяется вверх.

В отпускном газоходе между верхним водяным экономайзером и выходными по воздуху кубами воздухоподогревателя расположены окна для забора газов на сушку. Для удобства замены входной по воздуху куб воздухоподогревателя выполнен подвесным.

Обмуровка топочной камеры – натрубного типа, обмуровка конвективных газоходов – щитовая.

Предусмотрена очистка всех поверхностей нагрева, подверженных загрязнению.

Котлоагрегат снабжен необходимой арматурой, устройствами для отбора пара и воды, а также контрольно-измерительными приборами.

Процессы питания котла, регулирования температуры перегретого пара и горения автоматизированы.

Котлоагрегат поставляется крупными транспортабельными блоками.

**КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ КОТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ**

**БКЗ-640-140-ПТ1.**

Котельный агрегат однобарабанный, вертикально-водотрубный, с естественной циркуляцией, с промежуточным перегревом пара, рассчитан на работу со следующими параметрами (при номинальной нагрузке):

Рабочее давление в барабане котла - 159 кг/см2

Рабочее давление в паросборочной камере

первичного пароперегревателя - 140 кгс/см2

Паропроизводительность по острому пару - 640 т/час

Температура пара после первичного

пароперегревателя - 545°С

Паропроизводительность по вторичному пару - 560т/час

Давление вторичного пара на выходе из котла - 25,5 кгс/см2

Температура пара после

вторичного пароперегревателя - 545°С

Температура питательной воды - 240°С

Компоновка котла выполнена по П-образной схеме. Топка образует первый восходящий газоход. В верхнем поворотном газоходе размещен первичный пароперегреватель.

Во втором нисходящем газоходе расположены поверхности нагрева вторичного пароперегревателя, водяного экономайзера, воздухоподогрева-теля.

Водяной объем котла - 173,4 м3

Паровой объем котла

- первичного тракта - 93,6 м3

- вторичного тракта - 57,6 м3

Топочная камера, объемом 3551 м3, полуоткрытого типа, имеющая пережим примерно на ¼ высоты топки, считая от пола, с сечением пережима около 50 % горизонтального сечения топки.

Топка образована трубами ø 60х6 мм из стали Ст20, расположенными с шагом 64 мм, кроме района предтопков, где шаг труб, расположенных по граням, составляет 86,6 мм.

Топочная камера состоит из двух частей. Нижняя часть представляет два восьмигранных предтопка, соединенных между собой коридором. Каждый предтопок является камерой горения, оборудован 4-мя сдвоенными прямоточными пылеугольными горелками.

Для уменьшения присосов горелки приварены к экранным трубам и при тепловых расширениях экранов перемещаются вместе с ними.

Выше основных горелок расположены сбросные горелки. Для растопки котла в каждую сдвоенную горелку установлено по одной мазутной форсунке парового распыления, производительностью 1650 кг/час каждая, давление мазута - 6-7 кгс/см2, давление пара – 13 кгс/см2. Экранные трубы внутри предтопков ошипованы и покрыты карборундовой массой. Для выпуска жидкого шлака по центру обоих предтопков имеется по одной летке.

Верхняя часть топочной камеры (камера охлаждения)

призматическая. Камера охлаждения имеет по осям труб противоположенных стен размеры:

по глубине - 7744мм

по ширине - 18176 мм

В верхней части камеры охлаждения трубы заднего экрана образуют аэродинамический выступ, который предназначен для улучшения аэродинамики газового потока и частичного затенения ширм пароперегревателя. Потолок над топкой, поворотным газоходом и конвективной шахтой закрыт тепловым ящиком, поэтому потолок камеры и перепускные трубы не изолированы, что улучшает ремонт верхней части котла. Для уменьшения присосов топка по трубам снаружи обшита металлическим листом толщиной 3 мм.

Водоопускные трубы выполнены в виде 6 стояков ø 465х30, сталь 15ГС непосредственно приваренных к барабану котла. Внизу от стояков выполнена разводка к нижним камерам топочных блоков трубами ø159х14 Ст20 (фронтовые и боковые блоки) и трубами ø 133х13 Ст20 (задние блоки).

Подвод воды к нижним камерам от выносных циклонов осуществлен трубами ø 133х10 Ст20.

Паровая смесь из верхних камер фронтовых и боковых экранов отводится в барабан трубами ø159х14 Ст20 и ø159х17 Ст20, вертикальный участок, а из заднего экрана – трубами ø159х15 Ст20 в необогреваемой зоне и ø159х13 сталь 12Х1МФ в газоходе и в тепловом ящике. Нижние и верхние камеры экранов выполнены из труб ø273х36 Ст20. Топочные блоки подвешены за пароотводящие трубы экранов и свободно расширяются вниз.