Задача 1. Решение:

1. Найдем экономические показатели работы турбины без подогрева питательной воды.

ПК

ПП

Т

К

ПН

ЦН

0

2

2'

Рис. 1 Условная схема паросиловой установки.

* 1. Термический к.п.д. цикла Ренкина – отношение полезно использованной теплоты ко всей затраченной, т.е.

ηt = l0 : q1 = (h0 – h2) : (h0 – h'2),

где h0 и h2 – начальное и конечное значения энтальпии пара в адиабатном процессе расширения его в турбине;

h'2 – энтальпия конденсата при давлении Р2.

Для чего, пользуясь диаграммой h-s и таблицей «Насыщенный водяной пар» (по давлению), находим значения:

h0 =3100 кДж/кг; h'2= 251,4 кДж/кг;

h2= 1973 кДж/кг. h''2= 2609 кДж/кг.

Найдем расчетное h2(х) = х · h''2 + (1-х) · h'2,

где х – степень сухости ( по h-s диаграмме х = 0,73).

h2(х) = 0,73 · 2609 + (1-0,73) · 251,4 = 1972,5 кДж/кг

=> ηt = (3100-1972,5) : (3100-251,4) = 1127,5 : 2848,6 = 0,396

1.2. Удельный расход пара и теплоты определяется:

d0 = 3600 : (h0 - h2) = 3600:1127,5 = 3,19 кг/кВтч

q0 = d0 · (h0 – h'2) =3,19 · 2848,6 = 9087 кДж/кВтч

1.3. Найдем расход пара паровой турбиной из формулы: Nэ = l0 · D,

где D – расход пара паровой турбиной;

l0 – работа, совершаемая турбиной.

* D = Nэ : l0 = 2000 · 10³ : 1127,5 = 1,774 · 10³ кг/с

1.4. Количество теплоты, подведенной к пару, равно

D(h0 – h'2) = Вт ·Qн.р. ηк.у.

=> расход топлива составит: Вт = [D(h0 – h'2) ] : [Qн.р. ηк.у. ]

Вт = (2848,6 ·1,774 ·10³) : (6600 · 4,19 · 0,8) = 0,228 ·10³ кг/с

1. Найдем экономические показатели работы турбины с регенеративным подогревом питательной воды.

ПК

ПП

Т

К

ПН

I П

II П

α1отб. Р1 отб.

α2отб. Р2 отб.

0

2

2'

Рис. 2 Условная схема паросиловой установки с регенеративным подогревом питательной воды.

* 1. Найдем по h-s диаграмме:

h1отб. = 2930 кДж/кг (по значению Р1 отб. = 0,5 · Р0= 0,5 ·180 = 90 бар);

h2отб. = 2760 кДж/кг (по значению Р2 отб. = 0,2 · Р0= 0,5 ·180 = 36 бар);

* 1. Расчет пароперегревателя начинаем со второго подогревателя.

II П

h1отб.

h'1отб.

h'2отб.

1

(1- α1отб. ) 00)))00)))αααα1отб. α1отб.

α1отб. 00)))00)))αααα1отб. α1отб.

* 1. Значение α1 определяют из уравнения баланса теплоты для второго подогревателя.

h'1отб. = α1 · h1отб. + (1- α1) · h'2отб.

=> α1. = (h'1отб. - h'2отб.) : (h1отб. - h'2отб.),

где h1отб. – энтальпия пара в первом отборе;

h'1отб. – энтальпия конденсата при давлении пара первого отбора;

h'2отб. – энтальпия конденсата при давлении пара второго отбора.

* 1. Найдем по таблице «Насыщенный водяной пар» (по давлениям) следующие значения:

h'1отб. = 1363,7 кДж/кг ts1отб. = 303,32 °С

h'2отб. = 1057,3 кДж/кг ts2отб. = 244,16 °С

=> α1 = (1363,7-1057,3) : (2930-1057,3) = 0,164

2.5. Значение α2 определяют из уравнения баланса теплоты для первого подогревателя.

I П

h 2отб.

h'2отб.

h'2

(1- α1)

(1- α1 – α2) 00)))00)))αααα1отб. α1отб.

α 2отб. 00)))00)))αααα1отб. α1отб.

(1- α1) · h'2отб. = (α2 · h2отб.) + (1- α1- α2) · h'2отб.

=> α2 = [ (1- α1) (h'2отб. - h'2) ] : (h2отб. - h'2) = [ (1- 0,164) (1057,3-251,4) ] : (2760-251,4) = 0,269

2.6. Термический к.п.д. регенеративного цикла с двумя отборами

ηt р = l0р : q1 = [ h0 – h2 - α1 (h1отб. - h2) - α2(h2отб. - h2) ] : (h0 – h'1 отб.) = [ 3100-1972,5 -0,164 (2930-1972,5) – 0,269(2760-1972,5) ] : (3100-1363,7) = 758,63 : 1736,3 = 0,437

* 1. Удельный расход пара и тепла в регенеративном цикле

d 0 р = 3600 : [ h0 – h2 - α1 (h1отб. - h2) - α2(h2отб. - h2) ] = 3600 : 758,63 = 4,75 кг/кВтч

q 0 р = d 0 р · q1 р. = 4,75· 1736,3 = 8247 кДж/ кВтч

* 1. Найдем расход пара паровой турбиной :
* Dр. = Nэ : l0 р. = 2000 · 10³ : 758,63 = 2,636 · 10³ кг/с
  1. Расход топлива составит: Вт р. = [Dр. · q1р. ] : [Qн.р. ηк.у. ]

Вт р. = (1736,3· 2,636 ·10³) : (6600 · 4,19 · 0,8) = 0,207 ·10³ кг/с

1. Определим годовую экономию топлива на электростанции.

Вт = 0,228 ·10³ кг/с

Вт р. = 0,207 ·10³ кг/с

=> [(Вт - В т р.) · 100% ] : Вт = [(0,228 · 10³ - 0,207 ·10³) · 100% ] : 0,228 · 10³ = 9,21%

Ответ:

1. Экономические показатели работы турбины без подогрева питательной воды:

d0 = 3,19 кг/кВтч

q0 = 9087 кДж/кВтч

ηt = 0,396

1. Экономические показатели работы турбины в случае с регенеративным подогревом:

d 0 р = 4,75 кг/кВтч

q 0 р = 8247 кДж/ кВтч

ηt р = 0,437

1. Экономия топлива за год от применения регенеративного цикла составит 9,21%.

Задача 2. Решение:

I. Определим годовую экономию топлива на электростанции с промежуточным перегревом пара, для чего:

1.1. Найдем по h-s диаграмме по параметрам Рпе = 0,4 Р0 = 0,4 ·180 = 72 бар и

tпе = t0 = 450°С:

h А= 2880 кДж/кг

hВ = 3280 кДж/кг h2 п.п.= 2170 кДж/кг

ПК

ПП

Т

К

ПН

ЦН

0

2 пп

А

В

2'

Рис. 3 Условная схема паросиловой установки с регенеративным подогревом питательной воды.

1.2. Термический к.п.д. в цикле с промежуточным перегревом пара определяется из выражения:

ηt п.п. = l0п.п. : q1п.п. = ( h0 – hА + hВ – h2 п.п.) : (h0 – h'2 + hВ – hА) =(3100-2880+3280-2170) : (3100-251,4+3280-2880) = 1330 : 3248,6 = 0,409

1.3. Найдем расход пара паровой турбиной :

* Dп.п. = Nэ : l0 п.п. = 2000 · 10³ : 1330 = 1,504 · 10³ кг/с

1.4. Расход топлива составит: Вт п.п. = [Dп.п. · q1п.п. ] : [Qн.р. ηк.у. ]

Вт п.п. = (3248,6 · 1,504 ·10³) : (6600 · 4,19 · 0,8) = 0,221 ·10³ кг/с

* 1. Определим годовую экономию топлива на электростанции с промежуточным перегревом пара.

Вт = 0,228 ·10³ кг/с

Вт п.п. = 0,221 ·10³ кг/с

=> [(Вт - В т п.п.) · 100% ] : Вт = [(0,228 · 10³ - 0,221 ·10³) · 100% ] : 0,228 · 10³ = 3,07%

II. Определим экономию топлива на эл. станции, получающуюся при переводе турбин на теплофикационный режим, при котором Р2т = 1 бар:

2.1. Найдем по h-s диаграмме:

h2т = 2160 кДж/кг

ПК

ПП

Т

К

ПН

0

Р2Т = 1 бар

h'2т

Qт

95°С

70°С

Рис. 4. Условная схема паросиловой установки при переводе ее на теплофикационный режим.

2.2. По таблице «Насыщенный водяной пар» (по давлению) находим:

h'2т = 417,4 кДж/кг ts2т = 99,64°С

2.3. Найдем к.п.д. теплофикационного цикла:

ηt т. = l0т. : q1т. = ( h0 – h2 т) : (h0 – h'2 т) =(3100-2160) : (3100-417,4) = 940 : 2682,6 = 0,350

2.4. Найдем расход пара в ед. времени:

Dт. = Nэ : l0 т. = 2000 · 10³ : 940 = 2,128 · 10³ кг/с

2.5. Расход топлива в ед. времени составит:

Вт т. = [Dт. · q1т.] : [Qн.р. ηк.у. ] = (2682,6 · 2,128 ·10³) : (6600 · 4,19 · 0,8) = 0,121 ·10³ кг/с

1. Определим экономию топлива на ТЭЦ в сравнении с раздельной выработкой электрической и тепловой энергии.
   1. Расход топлива в ед. времени при выработке эл. энергии составляет:

Вт = [D(h0 – h'2) ] : [Qн.р. ηк.у. ]

Вт = (2848,6 ·1,774 ·10³) : (6600 · 4,19 · 0,8) = 0,228 ·10³ кг/с

* 1. Найдем расход топлива в ед. времени при выработке тепла:

Вт от. = Q т : (Qн.р. ηк.у. ) = [Dт (h2т – h'2т) ] : [Qн.р. ηк.у. ] = [2,128 · 10³ ·(2160-417,4) ] : [6600 ·4,19 ·0,8] = 0,168 · 10³ кг/с

* 1. Расход топлива при раздельной выработке тепла и электроэнергии составит: Вт от.+э. = 0,228 ·10³ + 0,168 = 0,396 · 10³ кг/с
  2. => Экономия топлива на эл. станции, получающаяся при переводе турбин на теплофикационный режим составит:

[(0,396 · 10³ - 0,121 · 10³) · 100%] : 0,396 = 69,4%

Ответ:

1. Годовая экономия топлива на электростанции за счет промежуточного перегрева пара - 3,07%

1. Годовая экономия топлива при переводе турбин на теплофикационный режим по сравнению с раздельной выработкой тепла и электроэнергии – 69,4%.