

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
“ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ”

КАФЕДРА «ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕПЛОФИЗИКА»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для практических занятий по дисциплине
"Вторичные энергоресурсы и энергокомбинирование"
(для студентов очной и заочной форм обучения
направления подготовки 22.04.02 «Металлургия» магистерской программы
«Промышленная теплотехника»)

Донецк-2018

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
“ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ”

КАФЕДРА «ТЕХНИЧЕСКАЯ ТЕПЛОФИЗИКА»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для практических занятий по дисциплине
" Вторичные энергоресурсы и энергокомбинирование "
(для студентов очной и заочной форм обучения
направления подготовки 22.04.02 «Металлургия» магистерской программы
«Промышленная теплотехника»)

РАССМОТРЕНО
на заседании кафедры
технической теплофизики
Протокол №12 от 31.05.2018 г.

УДК 669: 532.516.13

Рецензент:

Гридин Сергей Васильевич – кандидат технических наук, доцент кафедры промышленной теплоэнергетики ГОУВПО «ДОННТУ».

Составители:

Курбатов Юрий Леонидович – профессор кафедры технической теплофизики ГОУВПО «ДОННТУ»;

Олешкевич Татьяна Геннадиевна – аспирант кафедры технической теплофизики ГОУВПО «ДОННТУ»;

Гнитиёв Павел Александрович – доцент кафедры технической теплофизики ГОУВПО «ДОННТУ».

Методические указания для практических занятий по дисциплине " Вторичные энергоресурсы и энергокомбинирование " [Электронный ресурс] для студентов для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки 22.04.02 «Металлургия» магистерской программы «Промышленная теплотехника» / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф.технической теплофизики; сост. Ю.Л. Курбатов, Т.Г. Олешкевич, П.А. Гнитиёв – Донецк: ДОННТУ, 2018. – Систем. требования Acrobat Reader.

Методические рекомендации содержат теоретические положения по вопросам использования вторичных энергоресурсов в методической печи, расчета сухого тушения кокса, и экономическая эффективность применения тепловой изоляции паропровода. Также приведены методики и порядок выполнения расчетов. Методические указания помогут студентам углубить теоретические знания и получить необходимые практические навыки.

УДК 669: 532.516.13

СОДЕРЖАНИЕ

1. РАСЧЕТ ВЭР МЕТОДИЧЕСКОЙ ПЕЧИ	4
2. СУХОЕ тушения кокса	11
3. РАСЧЕТ паропроводов	19
ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК	22

1. РАСЧЕТ ВЭР МЕТОДИЧЕСКОЙ ПЕЧИ

Описание схемы ВЭР

схема использования ВЭР продуктов сгорания, идущих, приведена на рис.1. Методическая печь для нагрева слябов МНЛЗ перед прокаткой состоит из методической (не отапливаемой), сварочной с верхним и нижним отоплением и томильной с односторонним отоплением. Холодный сляб пороляганга подается к столу загрузки, откуда заталкивается толкателем в методическую зону печи. При этом сляб металла перемещается на ширину сляба, а последний (горячий) сляб выталкивается из печи и по склизу передается на рольганг прокатного состояния.

Движение греющих газов (продуктов сгорания топлива) и металла (слябов) нагреваемой происходит в противотоке. Идущие из методической зоны печи газы при температуре 800-1000 °С являются вторичными энергетическими ресурсами, которые и используются по схеме на рис.1.

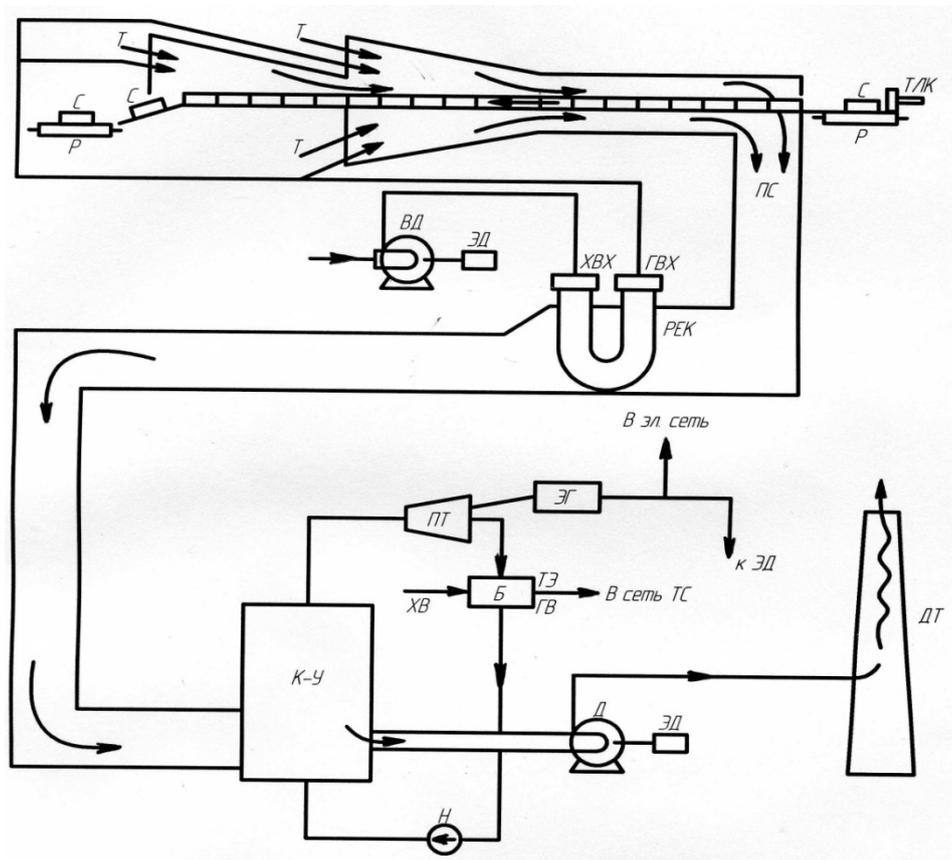
В методической печи с нижним отоплением сляб располагается на охлаждаемых подовых трубах и если применяется испарительное охлаждение, то используется ВЭР охлаждающей среды для получения пара. Таким образом, в печи используется два типа ВЭР газов, идущие и испарительное охлаждения.

ВЭР газов, идущие используются в два этапа: в рекуператоре и котлоутилизаторах. На I этапе за счет ВЭР в рекуператоре холодный воздух, подаваемый вентилятором, подогревается, а горячий воздух подается к горелкам томильной зоны печи и к горелкам верхней и нижней сварочных зон.

Газ (продукты сгорания), что идет, в рекуператоре охлаждается до 500-700 °С. На II этапе за счет ВЭР в котле-утилизаторе производится пара энергетических параметров ($p > 3,9$ МПа), используемых в паровой турбине с противодавлением. паровая турбина приводит в действие электрогенератор, а выработанная электроэнергия используется для привода нагнетателей

(вентилятора, дымососа, Насосов) и других потребностей. Остаток электроэнергии может быть товарным и передаваться в электрическую сеть. Отработанный пар при давления выше атмосферного и температуре более 100 ° С конденсируется и охлаждается в бойлере, а теплота конденсации и охлаждения используется для нагрева сетевой воды системы теплоснабжения. часть тепловой энергии горячей воды может быть товарной.

после котла-утилизатора газы (продукты сгорания) охлаждены до температуры 120-200 ° С поступают в дымосос, который преодолевает аэродинамические опоры на пути методической зоны печи, то есть все этапы использования ВЭР, и выбрасывает эти газы в атмосферу через дымовую трубу.



Т - топливо, С - сляб, ТЛК - толкатель, Р - рольганг, ПС - продукты сгорания отходящих РЭК - рекуператор, Хвх - холодный воздух, Гвх - горячий воздух, ИД - вентилятордутьевой, ЭД - электродвигатель, К-В - котел-утилизатор, Д - дымосос, ДТ - дымоход, ПТ - паровая турбина, Б - бойлер-конденсатор, Н - насос, ХВ - холодная вода, ГВ - горячая вода, ТЭ - тепловая энергия горячей воды, ТС - теплоснабжение, ЭГ - электрогенератор, ЭЭ - электрическая энергия.

Рисунок 1 -Схема использования теплоты продуктов сгорания (ВЭР) нагревательной методической печи

Задание

1. Определить тепловую мощность ВЭР, теплоту продуктов сгорания топливной нагнетательной методической печи.
2. оценить степень использования ВЭР на отдельных этапах и в целом по схеме.
3. рассчитать объемы производства товарной электрической и тепловой энергии.

Методика и последовательность расчета

1. Определение расхода топлива

$$V = \frac{M}{Q_H^p}, \frac{M^3}{c},$$

где M - тепловая мощность печи, МВт

Q_H^p - теплота сгорания топлива, $\frac{МДж}{M^3}$

2. расчет горения топлива - проводим по упрощенным (эмпирическим) формулам.

2.1 Теоретическое количество воздуха для естественно-доменной смеси газов $Q_H^p < 12 \frac{МДж}{M^3}$:

$$L_0 = 0,24 \cdot Q_H^p - 0,2, \frac{M^3}{M^3},$$

- действительное количество воздуха

$$L_d = \alpha \cdot L_0, \frac{M^3}{M^3},$$

- выход продуктов сгорания

$$V_d = 0,225 \cdot Q_H^p + 0,765 + (\alpha - 1) \cdot L_0, \frac{M^3}{M^3}.$$

2.2 Теоретическое количество воздуха для естественно-доменной смеси газов $Q_H^p > 12 \frac{МДж}{M^3}$:

$$L_0 = 0,26 \cdot Q_H^p - 0,25, \frac{M^3}{M^3},$$

- действительное количество воздуха

$$L_d = \alpha \cdot L_0, \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3},$$

- выход продуктов сгорания

$$V_d = 0,27 \cdot Q_H^p + 0,25 + (\alpha - 1) \cdot L_0, \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3}.$$

2.3 Теоретическое количество воздуха для коксодоменной смеси газов

$$L_0 = 0,24 \cdot Q_H^p - 0,2, \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3},$$

- действительное количество воздуха

$$L_d = \alpha \cdot L_0, \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3},$$

- выход продуктов сгорания

$$V_d = 0,225 \cdot Q_H^p + 0,765 + (\alpha - 1) \cdot L_0, \frac{\text{м}^3}{\text{м}^3}.$$

3 Определение тепловой мощности продуктов сгорания, идущие из печи

$Q_{\text{ВЕР1}}$:

$$Q_{\text{ВЕР1}} = B \cdot V_d \cdot C_d \cdot t_{\text{yx}}, \text{Вт}$$

Теплоемкость продуктов сгорания определяется интерполяцией по таблице 2. C_d

4. Расчет тепловой мощности ВЭР, использованных в рекуператоре на подогрев воздуха

$$Q_{\text{рек}} = B \cdot L_d \cdot C_v \cdot (t_{\text{ГВХ}} - t_{\text{ХВХ}}), \text{Вт}$$

где - температура воздуха до и после $t_{\text{ХВХ}}$ та $t_{\text{ГВХ}}$ рекуператора ° С.

C_v - теплоемкость воздуха, Дж / (м³К) (таблица 2).

5. коэффициент внутреннего использования ВЭР (на первом этапе)

$$\eta_1 = \frac{Q_{\text{рек}}}{Q_{\text{ВЕР1}}}.$$

6. Определение тепловой мощности ВЭР перед котлом-утилизатором (на втором этапе использования)

$$Q_{\text{ВЕР2}} = (Q_{\text{ВЕР1}} - Q_{\text{рек}}) \cdot 0,98, \text{Вт}$$

где 0,98 - коэффициент, учитывающий тепловые потери на участке от печи к котлу-утилизатора.

7. Расчет температуры продуктов сгорания перед котлом-утилизатором $t_{\text{ку-н}}$.

$$Q_{\text{ВЕР2}} = B \cdot V_{\text{д}} \cdot C_{\text{д}} \cdot t_{\text{ку-н}}, \text{ Вт}$$

откуда

$$i_{\text{ку-н}} = C_{\text{д}} \cdot t_{\text{ку-н}} = \frac{Q_{\text{ВЕР2}}}{B \cdot V_{\text{д}}}$$

Зная по таблице 2 принимаем ориентировочно температуру продуктов сгорания перед котлом-утилизатором и теплоемкость продуктов сгорания. Зная и определяем температуру $i_{\text{ку-н}} t_{\text{ку-н}} C_{\text{д}} i_{\text{ку-н}} C_{\text{д}} t_{\text{ку-н}}$

Если, делается следующее приближение. $\frac{t'-t}{t} \cdot 100 > 2\%$

8. Тепловая мощность ВЭР, использованная в котле-утилизаторе

$$Q_{\text{КУ}} = B \cdot V_{\text{д}} \cdot (C_{\text{д.н.}} \cdot t_{\text{ку-н}} - C_{\text{д.к.}} \cdot t_{\text{ку-к}}) \cdot 0,98, \text{ Вт}$$

где - температура продуктов сгорания после К-У. $t_{\text{ку-к}}$

9. Использование ВЭР в паровой турбине для выработки электроэнергии

$$Q_{\text{Е}} = \eta_{\text{пт}} \cdot Q_{\text{КУ}}, \text{ Вт}$$

10. Использование ВЭР в бойлере-конденсаторе для выработки тепловой энергии (теплоснабжение)

$$Q_{\text{Т}} = \eta_{\text{Б}} \cdot Q_{\text{КУ}}, \text{ Вт}$$

11. Коэффициент использования ВЭР на втором этапе

$$\eta_2 = \frac{Q_{\text{Е}} + Q_{\text{Т}}}{Q_{\text{ВЕР2}}}$$

12. Общий коэффициент использования ВЭР

$$\eta_{\text{ВЕР}} = \frac{Q_{\text{рек}} + Q_{\text{Е}} + Q_{\text{Т}}}{Q_{\text{ВЕР1}}}$$

13. Определение мощности вентилятора

$$N_{\text{В}} = \frac{B \cdot L_{\text{д}} \cdot P_{\text{В}}}{\eta_{\text{В}}} \cdot \frac{273 + t_{\text{хвх}}}{273}, \text{ Вт}$$

где давление вентилятора, Па, $P_{\text{В}}$ –

$\eta_{\text{В}}$ – КПД вентилятора.

14. Определение мощности дымососа

$$N_{\text{д}} = \frac{V \cdot V_{\text{д}} \cdot P_{\text{д}}}{\eta_{\text{д}}} \cdot \frac{273 + t_{\text{ку-к}}}{273}, \text{Вт}$$

где давление дымососа, Па, $P_{\text{д}}$ –

$\eta_{\text{д}}$ – КПД дымососа.

15. Общая электрическая мощность тягодутьевых средств по сравнению с выработкой электроэнергии

$$N = N_{\text{В}} + N_{\text{д}}, \text{Вт}$$

сравниваем $N \leq$ або $\geq Q_{\text{Е}}$

Мощность товарной электроэнергии

$$Q_{\text{Е.ТОВ.}} = Q_{\text{Е}} - N, \text{Вт}$$

ВЫВОДЫ:

1. Сколько составляют ВЭР методической нагревательной печи?
2. Как используют ВЭР на первом этапе и на втором. Общий коэффициент использования ВЭР.
3. Использование ВЭР позволяет обеспечить электроэнергией электродвигатели тягодутьевых средств? Какая часть производимой электроэнергии может быть товарной?
4. Использование ВЭР для теплоснабжения дает возможность получить товарную тепловую энергию в виде горячей воды? Какой мощностью?
5. Почему использование ВЭР методической печи положительно в плане экологии?

Таблица 1 - Исходные данные

Вариант	М, МВт	Q_H^p , МДж / м ³	$t_{yx}, ^\circ C$	$t_{ку-к}, ^\circ C$	$t_{ГВХ}, ^\circ C$	$t_{ХВХ}, ^\circ C$	$\eta_{пт}$	η_B	P_B , ММ.В.СТ	P_D , ММ.В.СТ
1	40	8,5	1000	120	350	0	0,32	0,58	320	220
2	45	8,8	990	130	360	5	0,33	0,57	300	200
3	50	9,0	980	140	370	10	0,34	0,56	280	180
4	55	9,2	970	150	370	15	0,35	0,55	270	170
5	60	9,4	960	160	380	20	0,36	0,55	260	160
6	65	9,6	950	180	380	20	0,37	0,55	270	170
7	70	9,8	940	120	370	15	0,38	0,54	280	180
8	65	10,4	920	130	370	10	0,37	0,54	290	190
9	60	10,6	900	140	360	5	0,36	0,55	300	200
10	55	10,8	880	150	360	0	0,35	0,55	310	210
11	50	11,0	870	160	350	0	0,34	0,56	320	220
12	45	11,5	860	170	350	5	0,33	0,57	330	230
13	40	11,7	850	180	340	5	0,32	0,58	340	240
14	70	12,0	840	120	340	10	0,32	0,58	350	250
15	65	12,2	830	130	360	10	0,33	0,57	340	240
16	60	12,5	820	140	360	15	0,34	0,55	330	230
17	55	8,8	810	160	370	15	0,34	0,55	320	220
18	50	9,0	800	170	370	20	0,33	0,55	310	210
19	45	9,2	960	180	380	20	0,32	0,55	300	200
20	40	9,6	940	140	380	0	0,33	0,54	300	210
21	40	10,0	920	150	370	5	0,34	0,54	290	200
22	45	10,4	900	160	370	10	0,35	0,55	290	190
23	45	10,8	880	170	360	15	0,36	0,54	280	190
24	50	11,2	1000	180	360	0	0,37	0,53	280	200
25	50	11,6	980	170	350	5	0,38	0,53	320	220
26	55	12,0	960	160	350	10	0,32	0,56	310	210
27	55	11,6	940	160	360	15	0,33	0,57	300	190
28	60	11,0	920	150	370	5	0,34	0,56	290	200
29	60	10,6	900	150	370	10	0,35	0,55	280	190
30	65	10,0	880	140	360	15	0,36	0,54	270	180
31	70	9,8	940	120	370	15	0,38	0,54	280	180
32	45	11,5	860	170	350	5	0,33	0,57	330	230
33	50	9,0	800	170	370	20	0,33	0,55	310	210
34	50	11,2	1000	180	360	0	0,37	0,53	280	200
35	55	12,0	960	160	350	10	0,32	0,56	310	210

Коэффициент расхода воздуха $\alpha = 1,05 \div 1,10$.

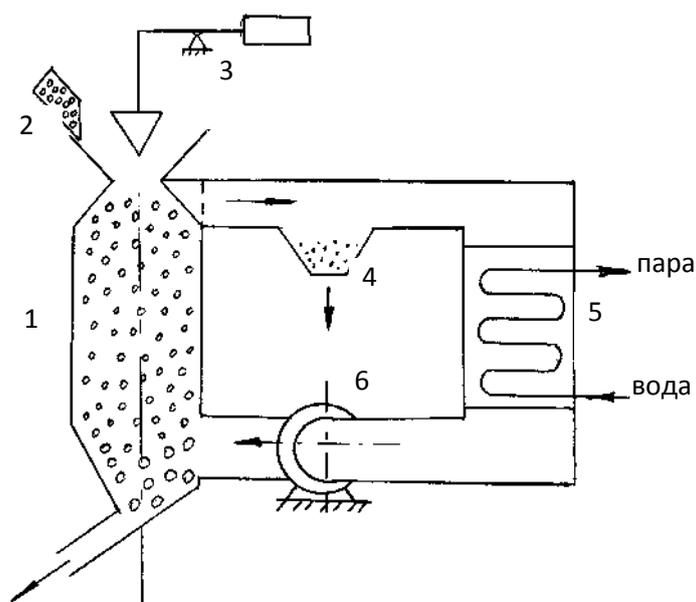
КПД и = $0,6 \div 0,7 \eta_B \eta_D$

Таблица 2 - теплоемкость и энтальпия воздуха и продуктов сгорания

t, °С	Теплоемкость, кДж / (м ³ К)		Энтальпия продуктов сгорания ид, кДж / м ³
	Воздух, св	Продуктов сгорания, сд	
0	1,294	1,436	0
100	1,303	1,446	144,6
200	1,321	1,466	293,2
300	1,347	1,496	448,8
400	1,378	1,529	661,6
500	1,409	1,564	778,0
600	1,438	1,596	957,6
700	1,466	1,627	1138,9
800	1,490	1,654	1323,2
900	1,510	1,676	1508,4
1000	1,528	1,696	1696,0

2. СУХОЕ тушения кокса

Рассчитать геометрические и теплотехнические параметры камеры сухого тушения кокса (рис. 2).



1 - тушильный бункер; 2 - скип с коксом; 3 - затвор; 4 - сборник пыли; 5 - парогенератор; 6 - вентилятор

Рисунок 2 - Установка сухого тушения кокса

Сухое тушение кокса имеет преимущества перед мокрым тушением, а именно:

- обеспечивается более высокая твердость кокса и увеличивается на 15-20% выход крупных фракций;
- повышается теплота сгорания за счет снижения влаги до 1-2% по сравнению с 5-10% при мокром тушении;
- экономится около 40 кг условного топлива на 1 т кокса за счет получения 400 кг пары энергетических параметров;
- повышается энергетическая ценность отходов кокса (коксовая пыль, орех)
- снижается расход воды на 1 т произведенного кокса;
- улучшаются условия работы тушильного вагона и снижается коррозия металлоконструкций;
- значительно снижаются вредные выбросы в атмосферу и улучшается экологическая обстановка на коксохимзаводе.

Целью расчета является определение экономии условного топлива при использовании сухого тушения кокса.

Методика и последовательность расчета

1. Тепло охлаждения кокса

$$Q_{о.к.} = Q_{г.к.} - Q_{х.к.} = G_k(C_1 \cdot t_1 - C_2 \cdot t_2), \text{кВт}$$

где - количество охлаждаемого кокса, кг / с; G_k

C_1 , C_2 - теплоемкость кокса при температуре загрузки и выгрузки соответственно, кДж / (кг · К) (табл 3);

$Q_{г.к.}$ - тепло кокса, поступающего к установке, кВт;

$Q_{х.к.}$ - тепло кокса, что оставляет установку, кВт.

2. Тепло угара кокса

$$Q_{у.к.} = \frac{G_{к.} \cdot \varphi_{к.} \cdot Q_{н.}^p}{100}, \text{ кВт}$$

где - угар кокса при тушении; $\varphi_{к.}$

$Q_{н.}^p$ - теплота сгорания кокса, кДж / кг;

3. Тепло нагрева циркулирующих инертных газов

$$Q_{ц.г.} = V_{ц.г.} (C' \cdot t' - C'' \cdot t''), \text{ кВт}$$

где - объем газов, циркулирующих в системе, м³ / с; $V_{ц.г.}$

C', C'' - теплоемкость газов на выходе и входе в камеру тушения, кДж / (м³ · К)

t', t'' - температуры газов на выходе и входе в камеру тушения, ° С.

4. Потери тепла с утечкой газов в атмосферу

$$Q_{у.г.} = G_{к.} \cdot \varphi_{к.} (C_{ц.г.} \cdot t_{ц.г.} - C_{в.з.} \cdot t_{в.з.}) \cdot V_{в.з.}, \text{ кВт}$$

где - теплоемкость циркулирующих уходящих газов в атмосферу кДж / (м³ $C_{ц.г.}$ · К)

$t_{ц.г.}$ - температура циркулирующих газов, °С;

$C_{в.з.}$ - теплоемкость воздуха, кДж / (м³ · К)

$t_{в.з.}$ - температура воздуха, ° С;

$V_{в.з.}$ - объем воздуха для сжигания (угара) 1 кг кокса по реакции



$$V_{в.з.} = \frac{m \cdot 22,4}{12} \cdot 4,76 = 8,9 \cdot m, \frac{\text{ м}^3}{\text{ кг}},$$

где m - коэффициент, учитывающий содержание углерода в коксе кг / кг;

4,76 - объем воздуха, приходящейся на 1 м³ кислорода, м³.

5. Потери тепла в атмосферу поверхностью камеры тушения

$$Q_{п.} = (\alpha_{из} + \alpha_{к.}) \cdot (t_{п.} - t_{в.з.}) \cdot F, \text{ кВт}$$

где - коэффициенты теплоотдачи излучением и конвекцией в атмосферу. Для практических расчетов можно принять $\alpha_{из} + \alpha_{к.} = 23$

$t_{п.}$ - температура (средняя) поверхности камеры, ° С.

6. Из уравнения теплового баланса

$$Q_{о.к.} + Q_{у.к.} = Q_{ц.г.} + Q_{у.г.} + Q_{п.}$$

определяем объем газов, циркулирующих в системе:

$$V_{ц.г.} = \frac{Q_{о.к.} + Q_{у.к.} - Q_{у.г.} - Q_{п.}}{C' \cdot t' - C'' \cdot t''}, \frac{м^3}{с}$$

$$Q_{ц.г.} = V_{ц.г.} (C' \cdot t' - C'' \cdot t''), кВт$$

Коэффициент полезного действия камеры тушения рассчитывается без учета тепла угара кокса: $\eta_{к.т.}$

$$\eta_{к.т.} = \frac{Q_{о.к.}}{Q_{г.к.}} \cdot 100, \%$$

С учетом потерь тепла обмуровки котла и газоходами, составляющих 1,5-2%, КПД установки сухого тушения составит $\eta_y = \eta_{к.т.} (0,95 \div 0,98), \%$.

7. Время тушения кокса определяется по уравнению:

$$\tau = \frac{(C_1 \cdot t_1 - C_2 \cdot t_2) \cdot \rho_k}{1,1 \Delta t_{ср} \cdot K_F \cdot S_F},$$

где - объемная масса кокса, кг / м³; ρ_k

1,1 - коэффициент объемного разрыхления засыпи в подвижном слое;

$\Delta t_{ср}$ - средняя логарифмическая разность температур кокса и газа, °С;

S_F - удельная поверхность кокса, м² / м³;

K_F - коэффициент теплопередачи, рассчитываемый по формуле:

$$K_F = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_F} + \frac{r}{2\lambda}},$$

где r - радиус куска кокса, м;

λ - средний коэффициент теплопроводности куска кокса, Вт / (м · К)

α_F - суммарный коэффициент теплопередачи от кокса к газу, Вт / (м² · К).

$$\alpha_F = \alpha_{из} + \alpha_k$$

где $\alpha_{из}$ - коэффициент теплоотдачи излучением от кокса к газу, для практических расчетов можно принять равным 2,3 Вт / (м² · К)

α_k - коэффициент теплопередачи конвекцией от кокса к газу, Вт / (м² · К)

$$\alpha_k = \frac{9,7 \cdot W_0^{0,5}}{d_{ср}^{0,33}}, \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$$

где W_0 - скорость газов в межкусковом пространстве, м / с;

d_{cp} - гидравлический диаметр межкускового пространства, м.

$$W_0 = \frac{V_{ц.г.}}{F_k \cdot f_{св}}, \text{ м/с}$$

где F_k - сечение камеры тушения, принимается в интервале 25- 35 м² с последующим уточнением;

$f_{св}$ - свободное пересечение камеры, доля от общего сечения F_k

Средняя логарифмическая разность температур кокса и газа:

$$\Delta t_{cp} = \frac{(t_1 - t') - (t_2 - t'')}{\ln \frac{t_1 - t'}{t_2 - t''}}, \text{ } ^\circ\text{C}.$$

9. Объем рабочей части камеры (без учета кожух):

$$V_k = \frac{G_k \cdot \tau_p}{M_{vk}}, \text{ м}^3,$$

где τ_p - расчетная продолжительность тушения, что с учетом долидного коэффициента 1,7, учитывающий неравномерность востока кокса и распределения дутья, равна $\tau_p = 1,7\tau$, с;

M_{vk} - объемная масса кокса, кг / м³.

10. Пересечение камеры тушения рассчитывается по формуле:

$$F_k = \frac{V_{ц.г.}}{W}, \text{ м}^2,$$

где W - скорость газа приведена к нормальным условиям. В расчете на свободное пересечение камеры скорость газа допускается в пределах 0,5 - 0,9 м / с.

Сравнить полученное значение с принятым в пункте 8 и при большом отклонении (более 10%) сделать перечисления, начиная с пункта 8. F_k

11. Высота рабочей части камеры

$$H = \frac{V_k}{F_k}, \text{ м}.$$

12. Объем кожух определяется из условия непрерывной работы парогенератора без снижения производительности по паре: V_{ϕ}

$$V_{\phi} = \frac{2 \cdot \tau_{ц} \cdot n \cdot G_p}{K(\tau_k - Z \cdot \tau_{ц}) \cdot M_{vk}}, \text{ м}^3$$

где - продолжительность циклической остановки, ч; $\tau_{ц}$

n - количество печей в батарее, шт;

G_p - разовая выдача кокса из одной печи, кг;

τ_k - период коксования, ч;

2 - количество батарей в блоке;

Z - количество циклических остановок;

K - расчетное количество камер тушения.

Величина K определяется по формуле:

$$K = \frac{G_B}{G_K}$$

где - производительность коксового блока и камер тушения. G_B и G_K

13. Экономия условного топлива составит:

$$B = \frac{V_{ц.г.} (C' \cdot t' - C'' \cdot t'') \eta_y}{29300 \cdot G_K}, \text{ кг/кг}$$

Таблица 3 теплоемкость кокса

$t, ^\circ\text{C}$	1100	1050	1000	950	300	250	200	150
$C,$ кДж / кг · К	1,521	1,488	1,455	1,422	0,996	0,963	0,930	0,897

Таблица 4 - теплоемкость циркулирующих газов

$t, ^\circ\text{C}$	100	150	200	250	600	650	700	750	800
$C,$ кДж / м ³ · К	1,35	1,36	1,37	1,39	1,41	1,43	1,44	1,46	1,48

Варианты задания для расчета приведены в таблице 5.

п / №	
Производительность коксового блока гб, т / сутки	
Производительность камеры тушения Gк, т /	
Разовая выдача кокса из одной печи GP, т	
Температура кокса при загрузке, t1, °C	
Температура кокса при выгрузке, t2 °C	
Угар кокса при тушении, фК%	
Теплота сгорания кокса, Qнр, МДж / кг	
Температура газов на выходе из камеры тушения, t', °C	
Температура газов на входе в камеру тушения, t", °C	
Температура циркулирующих газов, tц., °C	
Температура воздуха, tВЗ, °C	
Внешняя поверхность камеры, F, м2	

Таблица 5 - Исходные данные

1	4000	1000	10	1100	160	0,12	28,2	700	140	550	15	130
2	4100	1050	11	1120	170	0,14	28,4	720	150	560	16	140
3	4200	1080	12	1140	180	0,16	28,6	730	160	570	17	150
4	4300	1100	13	1160	190	0,18	28,8	740	170	580	18	160
5	4400	1150	14	1180	200	0,10	29,0	750	180	590	19	170
6	4500	1200	15	1200	210	0,12	29,2	750	190	600	20	180
7	4600	1230	16	1220	220	0,14	29,4	760	200	610	21	190
8	4700	1250	17	1240	230	0,16	29,6	770	210	620	22	200
9	4800	1300	10	1260	230	0,18	29,8	780	220	630	23	210
10	4900	1330	11	1280	160	0,10	30,0	800	130	640	24	220
11	5000	1360	12	1260	170	0,12	30,2	780	140	630	25	230
12	5100	1400	13	1240	180	0,14	30,4	760	150	620	26	240
13	5200	1420	14	1220	190	0,16	30,6	740	160	610	27	250
14	5300	1440	15	1200	200	0,18	30,8	720	170	600	28	260
15	5400	1460	16	1180	210	0,10	30,9	700	180	590	29	270
16	5500	1480	10	1160	220	0,12	31,0	720	190	580	30	280
17	5600	1500	11	1140	230	0,14	31,2	730	200	570	31	290
18	5700	1550	12	1120	240	0,16	31,4	740	210	560	32	300
19	5800	1580	13	1100	180	0,18	31,6	720	160	550	33	290
20	5900	1600	14	1120	190	0,12	31,8	700	170	560	34	280
21	6000	1650	15	1140	200	0,14	32,0	720	180	570	35	270
22	6100	1700	16	1180	210	0,16	31,0	740	190	580	36	260
23	6200	1750	12	1200	220	0,18	30,0	760	200	590	37	250
24	6300	1800	14	1250	230	0,10	29,0	770	210	600	38	240

Продолжение таблицы 5

№ П / П	температура поверхности камеры, tП, °С	Свободный сечение камеры, f, %	Объемная масса кокса, кг / м ³ М _{ук}	Удельная поверхность кокса, SF, м ²	Гидравлический диаметр мижкус - ного пространства, dCP, г · 10-3	Содержание углерода в коксе, m, кг / кг	Радиус куска кокса, r, м	Коэффициент теплопроводности кокса, λ, Вт · м / К	Количество печей в батарее, n	Продолжительность циклической остановки, τЦ, ч.	Период коксования, τК, ч.	Количество циклических остановок, Z
1	60	62	450	60	32	0,75	0,025	0,41	40	0,71	13	2
2	62	63	460	61	33	0,80	0,026	0,42	50	0,72	14	3
3	64	64	470	62	34	0,85	0,027	0,43	60	0,73	15	4
4	66	65	480	63	35	0,90	0,028	0,44	40	0,74	16	2
5	68	66	490	64	36	0,95	0,029	0,45	50	0,75	17	3
6	70	67	500	65	37	0,70	0,030	0,46	60	0,76	13	4
7	72	68	510	66	38	0,75	0,031	0,47	40	0,77	14	2
8	74	70	520	67	39	0,80	0,032	0,48	50	0,78	15	3
9	76	62	530	68	40	0,85	0,033	0,49	60	0,79	16	4
10	74	63	540	69	32	0,90	0,034	0,50	40	0,80	17	2
11	72	64	550	70	33	0,95	0,035	0,40	50	0,70	13	3
12	70	65	540	60	34	0,75	0,025	0,41	60	0,71	14	4
13	68	66	530	61	35	0,80	0,026	0,42	40	0,72	15	2
14	66	67	520	62	36	0,85	0,027	0,43	50	0,73	16	3
15	64	68	510	63	37	0,90	0,028	0,44	60	0,74	17	4
16	62	69	500	64	38	0,95	0,029	0,45	40	0,75	13	2
17	60	70	490	65	39	0,75	0,030	0,46	50	0,76	14	3
18	62	69	480	66	40	0,80	0,031	0,47	60	0,77	15	4
19	64	68	470	67	32	0,85	0,032	0,48	40	0,78	16	2
20	66	67	460	68	33	0,90	0,033	0,49	50	0,79	17	3
21	68	66	450	69	34	0,95	0,034	0,50	60	0,80	13	4
22	70	65	500	70	35	0,70	0,035	0,51	40	0,81	14	2
23	72	64	510	65	36	0,80	0,036	0,52	50	0,82	15	3
24	74	63	520	60	37	0,85	0,037	0,53	60	0,83	16	4

3. РАСЧЕТ паропроводов

Определить экономическую эффективность применения тепловой изоляции паропровода. Расчетная схема изолированного паропровода приведена на рисунке 3.

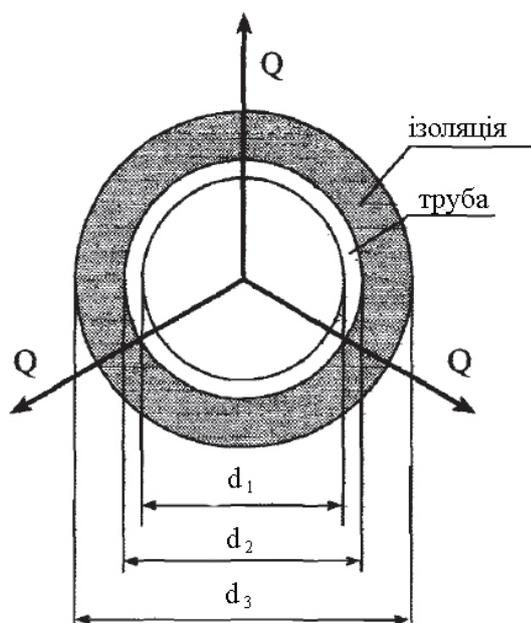


Рисунок 3 - Расчетная схема паропровода

Методика и последовательность расчета

1. Принимаем физические параметры материалов:

- теплопроводность стали $\lambda_{ст} = 40 \div 60 \frac{\text{Вт}}{\text{мК}}$;
- теплопроводность шлаковаты $\lambda_{із} = 0,05 \div 0,09 \frac{\text{Вт}}{\text{мК}}$.

2. Поверхность теплообмена паропровода без изоляции:

$$F_1 = \pi \cdot d_2 \cdot l, \text{ м}^2$$

где внешний диаметр паропровода, г. d_2 –

l – длина паропровода., г.

3. Коэффициент теплопередачи (без изоляции):

$$k_1 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{1}{\alpha_2}}, \text{Вт/м}^2\text{К}$$

где коэффициент теплоотдачи от пара к стенке и от поверхности паропровода к внешней среде соответственно, $\alpha_1, \alpha_2 - \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$;

$\delta_{ст}$ – толщина стінки, м.

4. Потери теплоты паропроводом без изоляции:

$$Q_1 = k_1 \cdot F_1 \cdot (t_{пп} - t_{п}), \text{Вт}$$

где температура перегретого пара, $t_{пп} - ^\circ\text{С}$;

$t_{п}$ – температура окружающего воздуха, $^\circ\text{С}$.

5. Поверхность теплообмена с изоляцией:

$$F_2 = \pi \cdot d_3 \cdot l, \text{м}^2$$

где d_3 – диаметр трубопровода с изоляцией, м.

6. Коэффициент теплопередачи (с изоляцией):

$$k_2 = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{ст}}{\lambda_{ст}} + \frac{\delta_{из}}{\lambda_{из}} + \frac{1}{\alpha_2}}, \text{Вт/м}^2\text{К}$$

где толщина слоя изоляции, м. $\delta_{из} -$

7. Потери теплоты паропроводом с изоляцией:

$$Q_2 = k_2 \cdot F_2 \cdot (t_{пп} - t_{п}), \text{Вт}$$

8. Уменьшение потерь теплоты за счет выполнения изоляции составит:

$$\frac{Q_1}{Q_2}$$

9. Экономия тепла составит:

$$\Delta Q = Q_1 - Q_2, \text{Вт}$$

10. Годовая экономия теплоты составит:

$$\Delta Q_{\text{рік}} = 3600 \cdot \Delta Q \cdot 24 \cdot 360, \text{Дж/рік}$$

11. Годовая экономия топлива (природного газа):

$$V_{\text{т}} = \frac{\Delta Q_{\text{рік}}}{Q_{\text{н}}^{\text{п}} \cdot \eta}, \text{м}^3/\text{рік}$$

где теплота сжигания природного газа, $\text{Дж} / \text{м}^3$; $Q_{\text{н}}^{\text{п}} -$

η – коэффициент полезного действия котельного агрегата, $\eta = 0,7 \div 0,9$

Варианты задания для расчета приведены в таблице 6.

Таблица 6 - Исходные данные для расчета

№ варианта	Внутренний диаметр паропровода, мм d_1 ,	Внешний диаметр паропровода, мм d_2 ,	Диаметр паропровода с изоляцией мм d_3 ,	Длина паропровода, l , м	Коэффициент теплоотдачи от пара к стенке, $\alpha_1, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$;	Коэффициент теплоотдачи от поверхности паропровода к внешней среде $\alpha_2, \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2\text{К}}$;	Температура перегретого пара,
1	200	210	310	100	80	8	400
2	210	220	320	200	90	9	420
3	220	230	330	300	100	10	440
4	230	240	340	250	50	11	450
5	240	250	350	350	60	13	460
6	250	260	360	400	70	15	470
7	260	270	370	450	80	18	480
8	270	280	400	500	90	20	490
9	280	290	410	200	100	25	500
10	290	300	420	250	110	20	520
11	300	310	410	300	40	15	550
12	200	210	310	350	50	5	560
13	210	220	320	380	60	7	570
14	220	230	330	400	70	9	580
15	230	240	340	200	80	11	590
16	240	250	350	250	90	15	600
17	250	260	360	300	100	20	400
18	260	270	370	350	110	10	450
19	270	280	400	330	40	8	470
20	280	290	410	300	60	6	480
21	290	300	420	200	80	12	500
22	300	310	410	500	90	15	520
23	210	240	340	150	100	20	550

ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

- 1 Кривандин В.А. Теплотехника металлургического производства / Кривандин В.А., Белоусов В.В., Сборщиков С. и др., Т1. Т2. - М .: МИСиС, 2001, 736 с.
- 2 Курбатов Ю.Л. Нагнетатели и тепловые двигатели в Теплоэнергетика / Курбатов Ю.Л., Масс Н.С., Кравцов В.В. - Донецк: НОРД - ПРЕСС, 2007, 288 с.
- 3 Семененко Н.А. Вторичные энергоресурсы промышленности и энерготехнологической Комбинирование / Семененко Н.А. - М .: Энергоатомиздат, 1985, 304 с.
4. Казанцев Е.И. Промышленные печи / Е.И. Казанцев - М .: Металлургия, 1975. - 368с.