В В Е Д Е Н И Е

Студенты дневной и заочной форм обучения специальностей 0308 и 1208 в процессе изучения курса "Тепломассообмен" должны глубоко изучить и освоить методику проектирования теплообменных аппаратов.

С этой целью в курсовой работе по данным дисциплинам студентам предлагается при определенных исходных условиях рассчитать широко применяемый в настоящее время теплообменный аппарат типа трубчатого воздухоподогревателя и выбрать его оптимальную компоновку.

Данные указания содержат задание к расчету воздухоподогревателя, методические указания по выполнению расчета и оформлению курсовой работы, приложения с необходимыми справочными материалами.

I. СОДЕРЖАНИЕ И ОБЪЕМ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

В курсовой работе при расчете воздухоподогревателя студенты дневного обучения получают задания на группу из пяти человек. Каждый из этой группы рассчитывает один из вариантов воздухоподогревателя, которые имеют одинаковые геометрические характеристики трубного пучка, но отличаются скоростью дымовых газов (греющего теплоносителя) и температурами теплоносителей. После окончания расчетов, на основании полученных данных, каждым студентом группы строится кривая приведенных затрат на теплообменный аппарат в зависимости от скорости дымовых газов. Характер этой кривой позволяет выбрать и обосновать экономически наивыгоднейшие (оптимальные) размеры воздухоподогревателя в заданных условиях.

Студенты заочного обучения выполняют тот вариант, номер которого соответствует двум последним цифрам шифра. Для студентов-заочников кривая затрат не представляется, а в каждом варианте рассчитывается значение приведенных затрат.

На основании вычисленных в конструктивном тепловом расчете размеров на листе ватмана формата I2 в соответствующем

масштабе выполняется чертеж воздухоподогревателя. К чертежу на отдельном формате II прилагается спецификация деталей данного теплообменного аппарата.

Пояснительная записка по курсовой работе должна содержать:

1. Задание к курсовой работе.
2. Тепловой конструктивный расчет воздухоподогревателя.
3. Гидромеханический расчет воздухоподогревателя и расчет мощности дымососа и вентилятора, необходимой для преодоления гидравлических сопротивлений в воздухоподогревателе.
4. Расчет приведенных затрат на воздухоподогреватель.
5. График зависимости приведенных затрат от скорости газов по данным расчетов пяти человек, выполненный на листе миллиметровой бумаги формата II (только для дневного обучения).
6. Анализ полученных результатов.
7. Литературу, использованную при выполнении курсовой работы.

В конце пояснительной записки прилагаются: чертежи рассчитанного воздухоподогревателя в масштабе и спецификация к этому чертежу.

2. ЗАДАНИЕ

При заданном расходе, параметрах и схеме движения греющего и нагреваемого теплоносителей рассчитать воздухоподогреватель. Дымовые газы движутся внутри труб; воздух движется в межтрубном пространстве, поперечно омывая пучки труб. В зависимости от варианта принимается шахматное или коридорное расположение труб при заданных геометрических характеристиках трубного пучка. Воздухоподогреватель размещается в газоходе прямоугольного сечения.

Произвести тепловой, гидромеханический расчеты воздухоподогревателя и расчет приведенных затрат. По основным вычисленным размерам вычертить чертеж теплообменника в масштабе.

Принятые обозначения исходных данных:

$V_г^0$ – объемный расход греющих дымовых газов при нормальных условиях, м³/с; $W_г$ – средняя скорость газов, м/с; $t'_г$ – температура газов на входе, °С; $t''_г$ – температура газов на выходе, °С; $t'_в$ – температура воздуха на входе, °С; $t''_в$ – температура

воздуха на выходе, °С; d – наружный диаметр труб, мм;
δ – толщина стенки труб, мм; S_1 – поперечный шаг труб, мм;
S_2 – продольный шаг труб, мм.

Сводная таблица исходных данных

№ варианта	Обозначения величин и размерность: $V_г'$, м³/с	$W_г$, м/с	$t_г''$, °С	$t_г'$, °С	$t_в'$, °С	$t_в''$, °С	$d \times \delta$, мм	S_1/d	S_2/d	Схема движения теплоносителей
I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II
I	5I		8	I20	250	I0	I70			
2	52		I0	I30	260	20	I80			
3	53	20	I2	I70	300	30	260	5IxI,5	I,57	I,I2
4	54		I4	I60	290	50	2I0			
5	55		I6	I50	280	40	200			
6	56		8	I20	260	I0	I70			
7	57		I0	I30	270	20	I80			
8	58	30	I2	I40	280	30	I90	40xI,5	I,35	I,05
9	59		I4	I50	290	40	200			
I0	60		I6	I60	300	50	2I0			
II	6I		8	I35	285	I5	I80			
I2	62		I0	I40	290	20	I85			
I3	63	40	I2	I50	300	30	I95	2IxI,5	I,67	I,24
I4	64		I4	I60	3I0	40	205			
I5	65		I6	I70	320	50	2I5			
I6	66		8	II0	230	20	I65			
I7	67		I0	II5	235	25	I70			
I8	68	I0	I2	I20	240	30	I75	2IxI,5	I,67	I,2
I9	69		I4	I30	250	40	I85			
20	70		I6	I40	260	50	I95			

I	2	3	4	5	6	7	8	9	I0	II
2I	7I	8	I25	255	I5	I60				
22	72	I0	I35	265	25	I70				
23	73	I2	I40	270	30	I75	40xI,5	I,35	I,05	
24	74	I4	I50	280	40	I85				
25	75	I6	I60	290	50	I95				
26	76	8	I35	275	I5	2I0				
27	77	I0	I45	285	25	225				
28	78	I2	I50	290	30	230	5IxI,5	I,57	I,I2	
29	79	I4	I65	305	45	245				
30	80	I6	I70	3I0	50	250				
3I	8I	8	II5	225	I5	I55				
32	82	I0	I20	230	20	I60				
33	83	I2	I30	240	30	I70	25xI,5	I,35	I,24	
34	84	I4	I35	245	35	I75				
35	85	I6	I45	255	45	I85				
36	86	8	I40	260	I5	I90				
37	87	I0	I50	270	25	200				
38	88	I2	I55	275	30	205	32xI,5	I,57	I,24	
39	89	I4	I60	280	35	2I0				
40	90	I6	I70	290	45	220				
4I	9I	8	I50	3I0	I5	235				
42	92	I0	I55	3I5	20	240				
43	93	I2	I60	320	25	245	25xI,5	I,67	I,I2	
44	94	I4	I65	325	30	250				
45	95	I6	I70	330	35	255				
46	96	8	II0	3I0	I5	270				
47	97	I0	I20	320	25	280				
48	98	I2	I30	330	35	290	32xI,5	2,I2	I,05	
49	99	I4	I40	340	45	300				
50	I00	I6	I50	350	55	3I0				

Примечание: Расположение труб в пучках воздухоподогревателя принять для вариантов I–50 – шахматное,
5I–I00 – коридорное.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

3.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Во всех расчетах, необходимых для выполнения курсовой работы, следует использовать международную систему единиц измерения СИ (ГОСТ 9867 – 61).

Внесистемными единицами, системой механических единиц МКС (ГОСТ 7664 – 61) и системой тепловых единиц МКСГ (ГОСТ 8550 – 61) разрешается пользоваться в отдельных случаях. Например, при вычислении коэффициентов теплоотдачи, потерь давления и т.д., если при этом используется формула, номограмма или справочные данные в названных системах единиц. Однако, полученный результат необходимо представить в системе единиц СИ.

Курсовая работа выполняется в последовательности, соответствующей содержанию пояснительной записки (см. п.I). Литература, необходимая для выполнения курсовой работы при расчете в ней воздухоподогревателя, указывается в конце данных методических указаний.

Для получения сопоставимых результатов расчета группам студентов из пяти человек, рассчитывающим один из вариантов воздухоподогревателя, рекомендуется использовать одинаковую литературу. Например, при выполнении теплового расчета воздухоподогревателя целесообразно пользоваться только основными учебниками [I] гл.2,[2] гл.I2 или только дополнительными [7]

Уравнение теплового баланса для воздухоподогревателя будет иметь вид

$$Q = G_г \cdot c_p^г (t'_г - t''_г) \cdot \eta_{вп} = G_в \cdot c_p^в (t''_в - t'_в), \qquad (I)$$

где $G_г, G_в$ – массовые расходы газов и воздуха, кг/с;

$c_p^г, c_p^в$ – средние значения изобарных теплоемкостей газов и воздуха, кДж/(кг.К)

$\eta_{вп}$ – коэффициент, учитывающий тепловые потери в окружающую среду.

Уравнение теплопередачи используется в виде

$$Q = \overline{K} \cdot \overline{\Delta t} \cdot F_{вп}, \qquad (2)$$

где $\overline{K}$ – средний коэффициент теплопередачи, Вт/(м^2·К);

$\overline{\Delta t}$ – средний температурный напор, К;

$F_{вп}$ – поверхность нагрева воздухоподогревателя, м^2.

В результате конструктивного теплового расчета определяются величина поверхности теплообмена и габаритные размеры. Расчет целесообразно выполнять в указанной ниже последовательности.

I. Найти средние температуры дымовых газов $\overline{t}_г$ и воздуха $\overline{t}_в$.

2. Основываясь на особенностях теплового расширения газов, определить действительный объемный расход дымовых газов $V_г$ при средней температуре их в воздухоподогревателе.

3. По уравнению теплового баланса определить количество

тепла в окружающую среду, принять равным $\eta_{вп} = 0,995$.

4. Для заданной схемы движения теплоносителей (дымовые газы проходят внутри труб) и заданного диаметра труб рассчитать общее число их в воздухоподогревателе

$$n = \frac{4V_г}{W_г \cdot \pi d_{вн}^2} , \qquad (3)$$

где $d_{вн}$ – внутренний диаметр труб воздухоподогревателя, м.

5. Из уравнения теплового баланса определить действительный объемный расход воздуха при средней температуре его в теплообменнике.

6. При заданной скорости воздуха $W_в = 0,6 W_г$ найти проходное сечение одного хода

$$f_в = \frac{V_в}{W_в} . \qquad (4)$$

7. На основании формул [I] гл.8, [2] гл.5, описывающих теплоотдачу в прямых гладких трубах, определить коэффициент теплоотдачи со стороны дымовых газов $\bar{\alpha}_г$.

Особое внимание обратить на пределы применимости формул и выбор определяющих размеров и температур в различных формулах. Для этого прежде всего необходимо установить режим течения газов, так как формулы, определяющие коэффициент теплоотдачи, справедливы лишь для определенного режима течения. Режим течения можно определить по числу Рейнольдса Re.

Следует различать формулы для капельных жидкостей и для газов (на газы поправки типа $(Pr_ж/Pr_c)^n$ и $(\mu_ж/\mu_c)^n$ не распространяются). При турбулентном течении газа в трубах можно пользоваться формулой для капельных жидкостей, но при этом влияние изменения физических свойств на теплоотдачу учитывается подстановкой вместо множителя $(Pr_ж/Pr_c)^n$ поправки, которая при охлаждении газа и $0,5 \leq \theta \leq 1$ равна

$$\varepsilon_\theta = 1,27 - 0,27\theta , \qquad (5)$$

где $\theta = \frac{T_c}{T_г} = \frac{t_c + 273}{t_г + 273}$. t_c – средняя температура стенки трубы.

В воздухоподогревателе термическим сопротивлением стенки можно пренебречь, тогда средняя температура стенки определяется по следующей формуле [I], § I95

$$\bar{t}_c = \frac{\bar{\alpha}_г \cdot \bar{t}_г + \bar{\alpha}_в \cdot \bar{t}_в}{\bar{\alpha}_г + \bar{\alpha}_в} . \qquad (6)$$

Так как в воздухоподогревателе коэффициент теплоотдачи со стороны газов примерно в 2 раза ниже, чем со стороны воздуха, то температура $\bar{t}_c$ приближенно будет равна

$$\bar{t}_c = \frac{\bar{t}_г + 2\bar{t}_в}{3} . \qquad (7)$$

При переходном режиме теплоотдача зависит от очень большого количества факторов, трудно поддающихся учету. Поэтому в курсовой работе допускается очень приближенное определение коэффициента теплоотдачи со стороны газов.

Среднюю теплоотдачу при переходном режиме рассчитывать, пользуясь рис.I приложения. Уравнение подобия в данном случае будет выглядеть в соответствии с [8] гл.4 следующим образом

$$\overline{Nu}_{ж,d} = K_0 \cdot Pr_ж^{0,43} \cdot \varepsilon_\theta , \qquad (8)$$

где K_0 – определяется по рис.I приложения.

Здесь за определяющий размер принят внутренний диаметр трубы, а за определяющую температуру-средняя температура газов.

8. Используя соответствующие формулы [I] гл.9, [2] гл.6, описывающие теплоотдачу при поперечном омывании пучков труб, определить коэффициент теплоотдачи со стороны воздуха $\bar{\alpha}_в$.

При этом прежде всего нужно уяснить особенности смешанного режима омывания и теплоотдачи в поперечно-омываемых трубных пучках и зависимость теплоотдачи от конструктивных характеристик, а также отличия в определении коэффициентов теплоотдачи всего пучка в целом и для отдельных рядов труб.

При расчете коэффициента теплоотдачи от наружной поверхности труб к воздуху необходимо предварительно задаться целым числом рядов в пучке по ходу воздуха $n_2 \approx \sqrt{n}$.

9. Коэффициент теплопередачи в воздухоподогревателе можно рассчитывать по формуле

$$\bar{K} = \xi \frac{\bar{\alpha}_г \cdot \bar{\alpha}_в}{\bar{\alpha}_г + \bar{\alpha}_в} , \qquad (9)$$

где ξ – коэффициент использования поверхности теплообмена принять равным 0,8 [3] табл.7-4.

10. Определить средний температурный напор $\Delta\bar{t}$, °С.

Так как в данном случае теплообменник работает по схеме перекрестного тока, то величина $\Delta\bar{t}$ определяется как

$$\Delta\bar{t} = \Delta t_{прот} \cdot \varepsilon_{\Delta t}, \qquad (10)$$

где $\Delta t_{прот}$ – температурный напор для противотока, рассчитанный как среднелогарифмический (при $\Delta t_б/\Delta t_м \geq 1{,}7$) или среднеарифметический, $\varepsilon_{\Delta t}$ – поправка, определяется по рис.2 приложения в зависимости от вспомогательных величин $P = \frac{\delta t_м}{t'_г - t'_в}$ и $R = \delta t_б/\delta t_м$.

Здесь $\delta t_м$ – понижение температуры газов, °С;

$\delta t_б$ – повышение температуры воздуха, °С.

11. По рассчитанной теплопроизводительности аппарата из уравнения теплопередачи определить необходимую величину теплопередающей поверхности $F_{вп}$.

12. Найти длину труб воздухоподогревателя по формуле

$$\ell = \frac{F_{вп}}{\pi d_{ср} \cdot n}, \qquad (11)$$

где $d_{ср}$ – средний диаметр труб, м.

13. Определить количество труб в поперечном ряду пучка

$$n_1 = \frac{f_в}{\ell_х (S_1 - d)} \qquad (12)$$

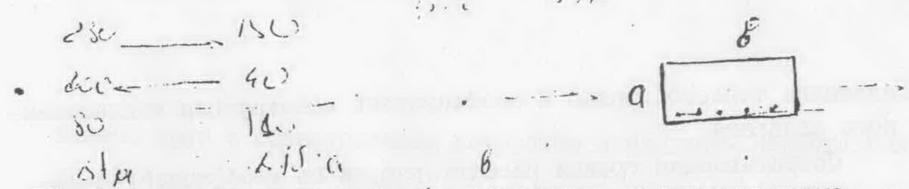
где $\ell_х$ – высота одного хода, м; $\ell_х = \frac{\ell}{z}$;

z – число ходов воздуха.

14. Уточнить число рядов труб по ходу воздуха

$$n_2 = \frac{n}{n_1}. \qquad (13)$$

Если получим n_2, менее чем на 10% отличающееся от предварительно принятого в п.8, то значение $\bar{L}_в$ уточнять не требуется. При большем отличии полученного n_2 от предварительно принятого, значение $\bar{L}_в$ уточняется в соответствии с n_2, найденным по формуле (13). Затем пересчитываются K, $F_{вп}$, ℓ, n_1 и n_2.



15. Определить ширину и глубину газохода, в котором размещается поверхность теплообмена

$$a = S_1(n_1 + 1) \quad \text{и} \quad b = S_2(n_2 + 1). \qquad (14)$$

3.3. ГИДРОМЕХАНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ВОЗДУХОПОДОГРЕВАТЕЛЯ И РАСЧЕТ МОЩНОСТИ ДЫМОСОСА И ВЕНТИЛЯТОРА

Основной задачей гидромеханического расчета является определение потерь давления теплоносителей (гидравлических сопротивлений) в теплообменном аппарате. Результаты расчета служат основой для определения мощности дымососа и вентилятора, затрачиваемой на преодоление сопротивлений газового и воздушного трактов воздухоподогревателя.

При расчете гидравлических сопротивлений следует руководствоваться следующими положениями

Полный перепад давлений, необходимый при движении жидкости или газа через теплообменник, определяется формулой

$$\Delta p = \Sigma\Delta p_{тр} + \Sigma\Delta p_м \pm \Sigma\Delta p_у \pm \Sigma\Delta p_с, \qquad (15)$$

где $\Sigma\Delta p_{тр}$ – сумма сопротивлений трения на всех участках поверхностей теплообмена, Па;

$\Sigma\Delta p_м$ – сумма потерь давления в местных сопротивлениях, Па.

$\Sigma\Delta p_у$ – сумма потерь давления, обусловленных ускорением потока в неизотермических условиях, Па;

$\Sigma\Delta p_с$ – сумма потерь давления из-за самотяги, Па.

Так как перемещение дымовых газов по трубам аппарата осуществляется за счет работы дымососа, а воздух подается в воздухоподогреватель вентилятором, то расчет газового и воздушного тракта проводится отдельно. И в том и в другом случаях полное гидравлическое сопротивление определяется по формуле (15).

Отдельные составляющие уравнения (15) рассчитываются на основании соответствующих формул, приведенных в [1] гл.20, [4] гл.2, 5, [10] гл.6. Для того, чтобы определить какие из составляющих для данного тракта учитывать, необходимо уяснить природу различного рода гидравлических сопротивлений, а также установить влияние на гидравлические сопротивления условий

движения теплоносителей и особенностей конструкции теплообменного аппарата.

Сопротивления трения рассчитываются по коэффициентам сопротивления трения для гладких труб. Местные сопротивления по газовому тракту складываются из сопротивлений входа в трубы и выхода из них.

При расчете потерь давления в местных сопротивлениях следует обращать внимание на то, к какой расчетной скорости относится данное численное значение коэффициента местного сопротивления. Также нужно сопоставить, как зависит величина коэффициентов местного сопротивления от характера препятствий, которыми вызываются эти сопротивления (повороты, сужения, расширения и пр.).

Коэффициенты сопротивления входа и выхода определяются по рис.3 приложения. Необходимое для определения этих коэффициентов отношение меньшего сечения для прохода дымовых газов к большему находится по формуле

$$\frac{F_м}{F_б} = \frac{\pi d_{вн}^2 \cdot n}{4a \cdot b} \qquad (16)$$

Здесь значения коэффициентов сопротивления относятся к скорости в меньшем сечении.

При данных значениях указанных коэффициентов сопротивления местное сопротивление входа рассчитывается по $\rho_г'$ и $W_г'$, отнесенным к температуре газов $t_г'$, а местное сопротивление выхода – по $\rho_г''$ и $W_г''$, отнесенным к температуре $t_г''$. Скорости $W_г'$ и $W_г''$ можно найти, основываясь на особенностях теплового расширения газов.

Эти же плотности и скорости используются при вычислении потерь давления, обусловленных ускорением потока дымовых газов.

Температуру окружающего воздуха при расчете потерь давления на преодоление самотяги принять равной 30^{o}C. Здесь необходимо обратить внимание на то, уменьшает или увеличивает самотяга общее сопротивление движению теплоносителя.

Гидравлическое сопротивление по воздушной стороне воздухоподогревателя складывается из сопротивления поперечно омываемых труб и сопротивления поворотов в наружных перепускных коробах.

Расчетные формулы для определения местных сопротивлений потерь при поперечном омывании пучков труб приведены в табл.3 приложения.

Коэффициент сопротивления поворота в перепускных коробах при повороте на 180^{0} принять равным $\zeta_{пов} = 3,5$ [10] § 8.3. С целью упрощения за расчетную здесь целесообразно принять среднюю скорость воздуха в узком сечении пучка $W_в$ и для нее определить размеры поперечного сечения коробов. При ширине коробов, равной a, глубина их будет

$$b_к = \frac{V_в \cdot \ell_х}{3W_в \cdot \ell_х \cdot a - 2V_в} . \qquad (17)$$

При расчете потерь давления по трактам воздухоподогревателя особое внимание обратить на единицы измерения полученной величины. Это необходимо для правильного определения мощности дымососа и вентилятора.

Мощность, необходимая для преодоления гидравлических сопротивлений теплообменника по газовому или воздушному тракту, определяется в кВт по формуле

$$N = \frac{V \cdot \Delta p}{\gamma \cdot 10^3} , \qquad (18)$$

где V – объемный расход среды, перемещаемый тягодутьевой машиной, м^3/с;

γ – к.п.д. дымососа или вентилятора.

Объемный расход дымовых газов, перемещаемый дымососом, определяется при температуре $t_г''$, а объемный расход воздуха, перемещаемый вентилятором-при температуре $t_в'$.

К.п.д. вентиляторов обычно находится в пределах 0,8÷0,9 а дымососов – 0,6÷0,7. В курсовой работе принять средние из указанных значений к.п.д. тяго-дутьевых машин.

3.4. РАСЧЕТ ПРИВЕДЕННЫХ ЗАТРАТ НА ТЕПЛООБМЕННЫЙ АППАРАТ

Приведенные (годовые) затраты на теплообменный аппарат могут быть подсчитаны в соответствии с [5] следующим образом

$$З = З_К + З_Э \ . \qquad (19)$$

где $З_К$ – годовые затраты, связанные с капиталовложениями в воздухоподогреватель и тяго-дутьевое оборудование, определяемые по формуле

$$З_К = (Р_Н + Р_А)К \ ; \qquad (20)$$

$Р_Н$ – нормативный коэффициент окупаемости капиталовложений, 1/год;

$Р_А$ – доля ежегодных отчислений от капиталовложений на амортизацию оборудования, 1/год;

$К$ – капитальные расходы, руб;

$З_Э$ – годовые затраты на электроэнергию, руб/год.

Годовые эксплуатационные затраты на электроэнергию, потребляемую на привод вентилятора и дымососа, равны

$$З_Э = \frac{\tau \cdot c \cdot N}{100} \ , \qquad (21)$$

где τ – приведенное число часов работы оборудования в год, ч/год;

c – стоимость электроэнергии, коп/(кВт.ч);

N – суммарная мощность вентилятора и дымососа, кВт.

Капиталовложения в воздухоподогреватель и тяго-дутьевые машины определяются следующим образом

$$К = Ц_П \cdot F_{ВП} + \beta \cdot N \cdot К_М \ , \qquad (22)$$

где $Ц_П$ – стоимость 1 м^2 смонтированной поверхности теплообмена, руб/м^2;

β – коэффициент, учитывающий запас по производительности и давлению при выборе тяго-дутьевой машины;

$К_М$ – удельная стоимость тяго-дутьевой машины, руб/кВт.

В расчетах по формулам (19)÷(22) можно принять для воздухоподогревателей паровых котлов: $Р_Н = 0{,}15$ 1/год, $Р_А = 0{,}10$ 1/год, $\tau = 6000$ ч/год; $c = 1{,}1$ коп/(кВт.ч); $Ц_П = 12$ руб/м^2, $\beta = 1{,}32$; $К_М = 10$ руб/кВт.

Студенты дневного обучения по результатам расчетов пяти вариантов строят зависимости $З_К = f(W_Г)$; $З_Э = f(W_Г)$ и общую кривую $З = f(W_Г)$ в соответствии с рис.4 приложения. Для построения указанных кривых используются данные, полученные каждым из пяти членов группы.

Минимум приведенных затрат соответствует оптимальному (экономически наивыгоднейшему) варианту при заданных условиях.

3.5. ГРАФИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Графическая часть работы должна содержать чертеж теплообменного аппарата, спецификацию к нему и график зависимости приведенных затрат от скорости теплоносителя.

Чертеж теплообменника в 3-х проекциях должен быть выполнен карандашом на листе ватмана формата I2 (297x420 мм ГОСТ 2.30I-68) в масштабе. Масштаб выбирается в соответствии с ГОСТ 20303-68.

На чертеже необходимо показать общий вид и габаритные размеры воздухоподогревателя. Основные размеры аппарата: длина труб, ширина и глубина газохода и т.д., должны соответствовать величинам, полученным в расчетах.

Другие производные размеры выбираются на основании имеющихся конструкций воздухоподогревателей. Чертеж общего вида воздухоподогревателя показан [illegible] в приложении. Основная надпись на чертеже выполняется по ГОСТ 2.I04-68. Кроме основной надписи на чертеже указывается краткая техническая характеристика подогревателя.

Спецификация основных деталей теплообменного аппарата выполняется на отдельном листе формата II (297x2I0 мм ГОСТ 2.I08-68). На странице 22 приложения приведена спецификация деталей воздухоподогревателя.

График зависимости удельных затрат от скорости теплоносителя выполняется на листе миллиметровой бумаги формата II. Примерный график показан на рис.4 приложения.

Титульный лист пояснительной записки к курсовой работе приведен на с.2I приложения. Он выполняется на листе ватмана формата II. Все надписи на титульном листе производятся черной тушью стандартным шрифтом по ГОСТ 2.I04-68.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица I

Физические свойства дымовых газов среднего состава (B =760 мм.рт.ст. ≈ $I,0I \cdot I0^5$ Па; $p_{CO_2}=0,I3$; $p_{H_2O}=0,II$; $p_{N_2}=0,76$)

t °C	ρ кг/м³	c_p кДж/кг·К	$\lambda \cdot I0^2$ Вт/м·К	$a \cdot I0^6$ м²/с	$\mu \cdot I0^6$ Па·с	$\nu \cdot I0^6$ м²/с	Pr
0	I,295	I,042	2,28	I6,9	I5,8	I2,20	0,72
I00	0,950	I,068	3,I3	30,3	20,4	2I,54	0,69
200	0,748	I,097	4,0I	48,9	24,5	32,80	0,67
300	0,6I7	I,I22	4,84	69,9	28,2	45,8I	0,65
400	0,525	I,I5I	5,70	94,3	3I,7	60,38	0,64
500	0,457	I,I85	6,56	I2I,I	34,8	76,30	0,63

0,202
0,121
Re_2=11468,28

V_2=46,32
V_6=24,84
ε_6=0,893
ε'_6=1,146

$F_{вл}$=182,78 м²
n_2=59
n_1=85
l=3,87
a=4,3м
b=2,4м
ΔP_6=572,26
ΔP_2=291,3 Па

Продолжение таблицы 2

I	2	3	4	5	6	7	8
200	0,746	I,026	3,93	5I,4	26,0	34,85	0,680
250	0,674	I,038	4,27	6I,0	27,4	40,6I	0,677
300	0,6I5	I,047	4,60	7I,6	29,7	48,33	0,674
350	0,566	I,059	4,9I	8I,9	3I,4	55,46	0,676
400	0,524	I,068	5,2I	93,I	33,0	63,09	0,678

Таблица 3

Расчетные формулы для определения местных сопротивлений при поперечном омывании пучков труб

№№	Характеристика пучка	Фор...ула	Область

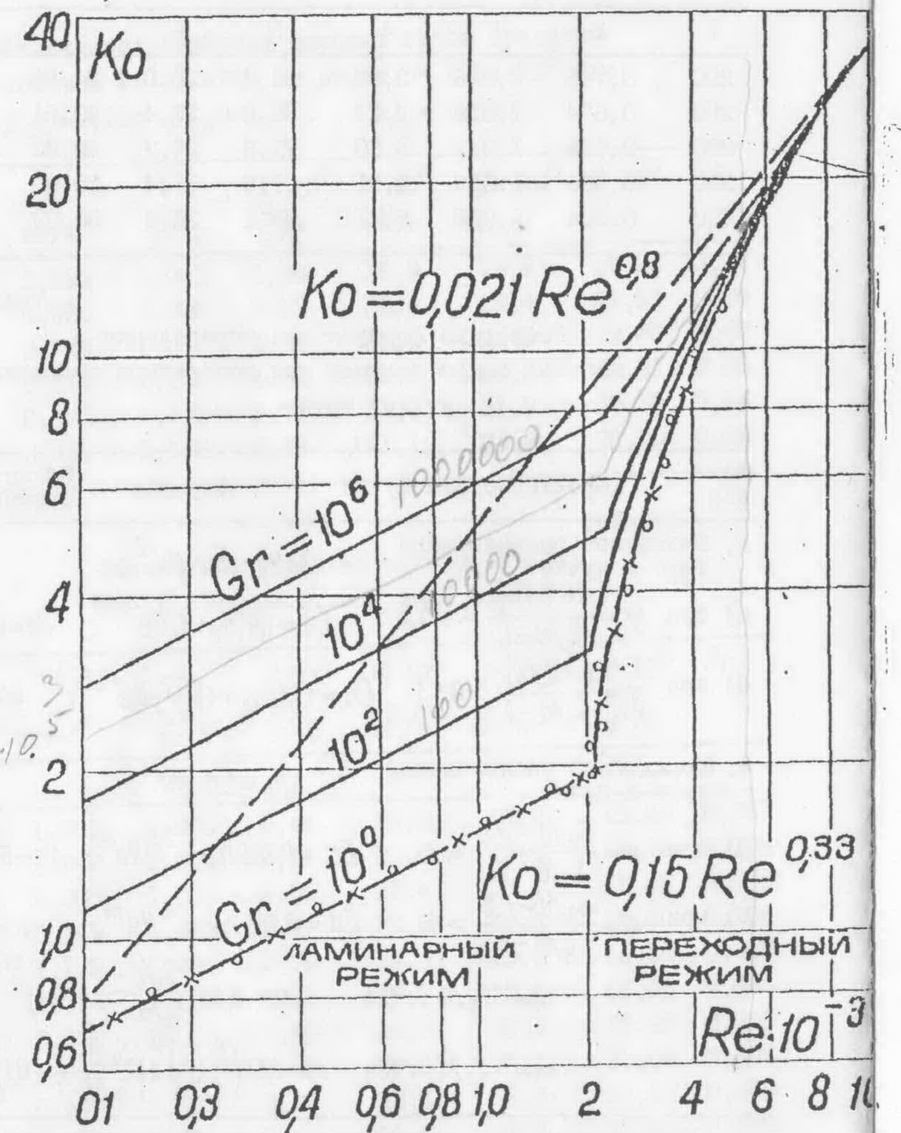


Рис.I. Средняя теплоотдача при ламинарном и переходных режимах течения газа в трубах.

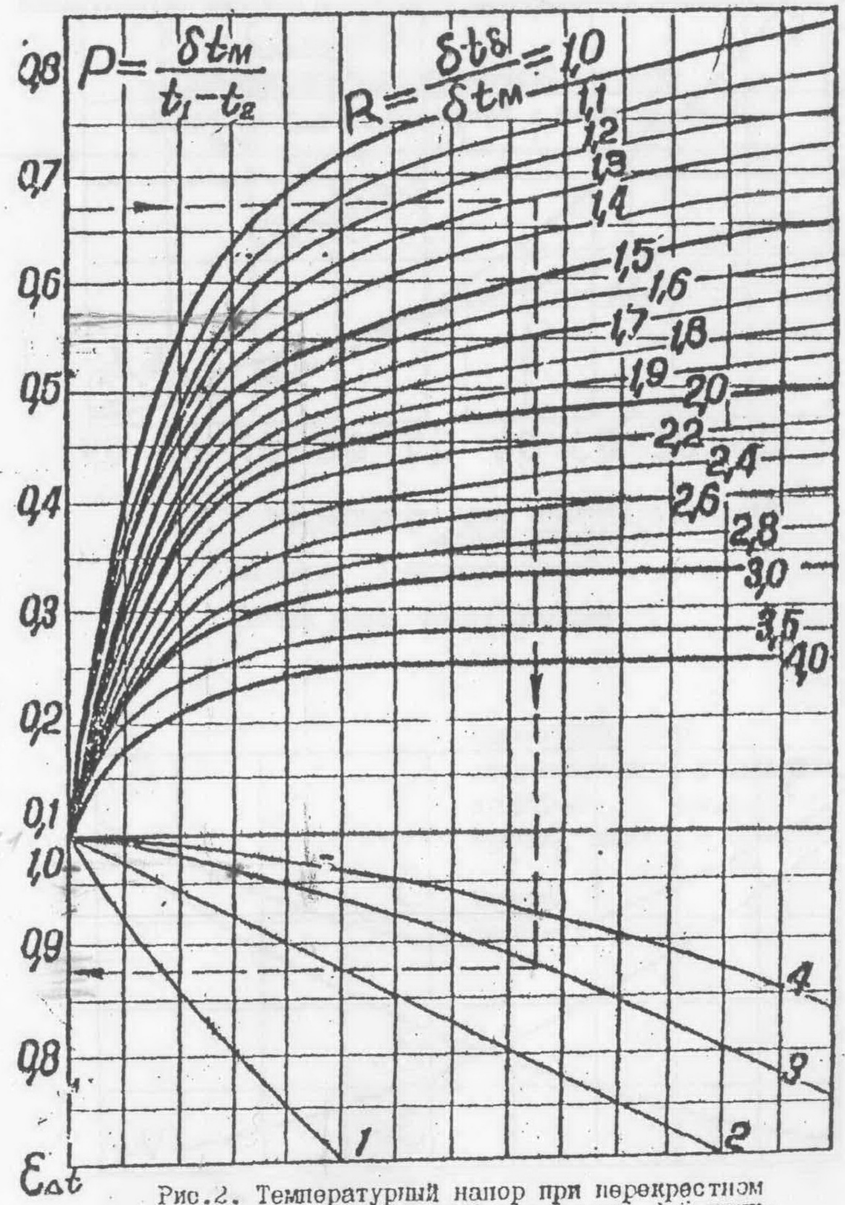


Рис.2. Температурный напор при перекрестном потоке: I – однократный перекрест; 2 – двухкратный перекрест; 3 – трехкратный перекрест; 4 – четырехкратный перекрест.

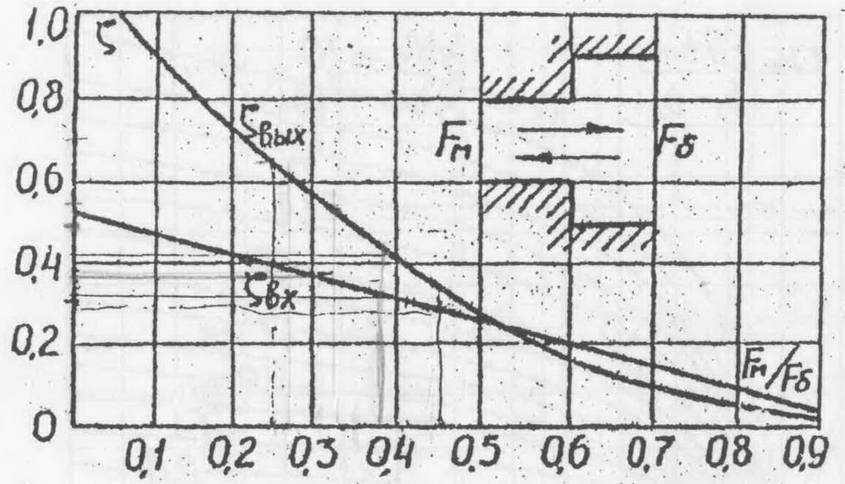


Рис.3. Коэффициент сопротивления при изменении сечения

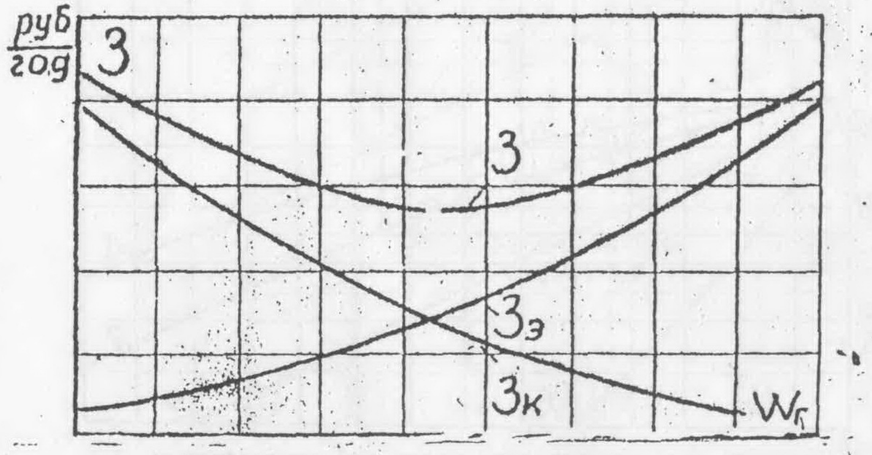


Рис.4. Примерный график зависимости годовых затрат от скорости газов

Министерство высшего и среднего специального образования РСФСР

САРАТОВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра "Котельные установки и теплофикация"

КУРСОВАЯ РАБОТА

по курсу "Теплотехнооборудование"

РАСЧЕТ ВОЗДУХОПОДОГРЕВАТЕЛЯ

Выполнил: студент
энергетического факультета
гр.ПТЭ-34 ф.и.о.
Руководитель: ф.и.о.

Оценка:
Дата :

Саратов - 1983

	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание
		Документация		
		Чертеж общего вида		
		Детали		
1		Шибер	4	
2		Линзовый компенсат.	1	
3		Обшивка	1	
4		Перепускной короб	2	1
5		Короб подвода воздуха	1	
6		Фланец	1	
7		Колонна	4	
8		Трубка		
9		Направляющий лист	2	1
10		Перегородка	2	1
11		Короб отвода воздуха	1	
12		Трубная доска	2	

				Кафедра КУТ	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Воздухо-подогреватель
Разраб.					
Провер.					
					Литер: — Масса: — Масш.: — Лист — Листов — КуТПТЭ-4

ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. – М.: Энергия, 1980, 486 с.

2. Краснощеков Е.А., Сукомел А.С. Задачник по теплопередаче. – М.: Энергия, 1961, 286 с.

3. Тепловой расчет котельных агрегатов. Нормативный метод. М.: Энергия, 1973, 295 с.

4. Аэродинамический расчет котельных установок. Нормативный метод. – Л.: Энергия, 1977, 256 с.

5. Методика определения экономической эффективности использования в народном хозяйстве новой техники, изобретений и рационализаторских предложений. – М.: Экономика, 1977, 45 с.

6. Единая система конструкторской документации, издание официальное. – М.: 1969.

дополнительная

7. Михеев М.А., Михеева И.М. Основы теплопередачи. – М.: Энергия, 1973, 320 с.

8. Михеев М.А. Основы теплопередачи. М.–Л.: Энергоиздат, 1956, 392 с.

9. Теплотехнический справочник. Т.2 – М.: Энергия, 1976, 896 с.

10. Роддатис К.Ф. Котельные установки. – М.: Энергия, 1977, 413.

С О Д Е Р Ж А Н И Е

Введение 2
I. Содержание и объем курсовой работы 2
2. Задание. 3
3. Методические указания к выполнению курсовой работы. . .6
3.I. Общие положения 6
3.2. Конструктивный тепловой расчет воздухоподогревателя 6
3.3. Гидромеханический расчет воздухоподогревателя и расчет мощности дымососа и вентилятора II
3.4. Расчет приведенных затрат на теплообменный аппарат I4
3.5. Графическая часть курсовой работы I5
Приложения I6
Литература 23

РАСЧЕТ ВОЗДУХОПОДОГРЕВАТЕЛЯ

Методические указания к курсовой работе
по курсу "Теплообмен"

Составили: Александр Николаевич Сущев,
Юрий Викторович Мусатов

Р е ц е н з е н т Г.В.Антропов

Редактор Р.А.Козина
Техн.редактор В.В.Иванникова
Корректор Л.И.Солдаткина

Подписано в печать 30.06.83 Формат 60х84 1/16
Бум. оберт. Усл.печ. л.1,39(1,5)Уч.-изд. л. 1,4
Тираж 300 экз Заказ 380 Бесплатно

СПИ. Ротапринт. Саратов. Политехническая, 77

Министерство высшего и среднего специального образования РСФСР

САТОВСКИЙ ОРДЕНА ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

РАСЧЕТ ВОЗДУХОПОДОГРЕВАТЕЛЯ

Методические указания
к курсовой работе по урсу "Тепломассообмен"
для студентов специальностей: 0306, I208

Одобрено
редакционно-издательским советом
Саратовского политехнического института
I2.05.83

Саратов—198

Б-Б
Г
Д-Д