

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ,
МОЛОДЕЖИ И СПОРТА УКРАИНЫ**

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «ХАРЬКОВСКИЙ
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ»**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ РАСЧЕТНОГО ЗАДАНИЯ**

по курсу «Тепломассообмен»

для студентов специализации 6.050604-2 «Турбины»

Семестр 5, курс 3

Составил: профессор Тарасов А.И.

Харьков
НТУ «ХПИ»

2012

Задача №1

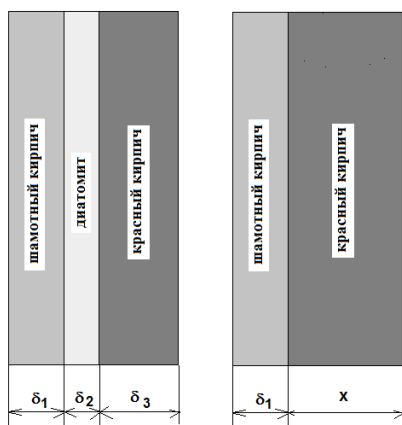
Обмуровка топочной камеры выполнена из слоя шамота $\lambda_1 = 1,041$ Вт/м К толщиной δ_1 и слоя диатомита $\lambda_2 = 0,159$ Вт/мК толщиной δ_2 . В топке температура продуктов сгорания t_r , а температура поверхности шамота t_n . Коэффициент теплоотдачи от газов к поверхности шамота $\alpha_1 = 40$ Вт/м²К. Определить температуру на стыке шамота и диатомита, а также коэффициент теплоотдачи с поверхности диатомита в воздух, если температура последнего $t_b = 20$ °С.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
δ_1 мм	200	220	300	350	400	200	150	170	200	200	220	300	200	400
δ_2 мм	250	200	180	320	380	250	120	180	300	250	200	180	200	380
t_n °С	790	787	790	790	790	790	790	790	791	789	758	763	770	795
t_r °С	800	800	803	798	796	800	810	803	800	799	770	775	782	800

№	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
δ_1 мм	400	200	150	170	200	222	223	180	181	182	183	184
δ_2 мм	380	250	120	200	300	320	319	190	189	188	187	186
t_n °С	795	810	810	790	801	802	804	672	674	676	678	680
t_r °С	800	820	830	800	810	810	808	683	681	679	688	690

Задача №2

Обмуровка печи состоит из слоев шамотного и красного кирпича, между которыми



расположена засыпка из диатомита. Толщина шамотного слоя δ_1 , диатомитовой засыпки δ_2 и красного кирпича δ_3 .

Коэффициенты теплопроводности материалов соответственно равны: $\lambda_1 = 0,93$; $\lambda_2 = 0,13$ и $\lambda_3 = 0,7$ Вт/(м·К).

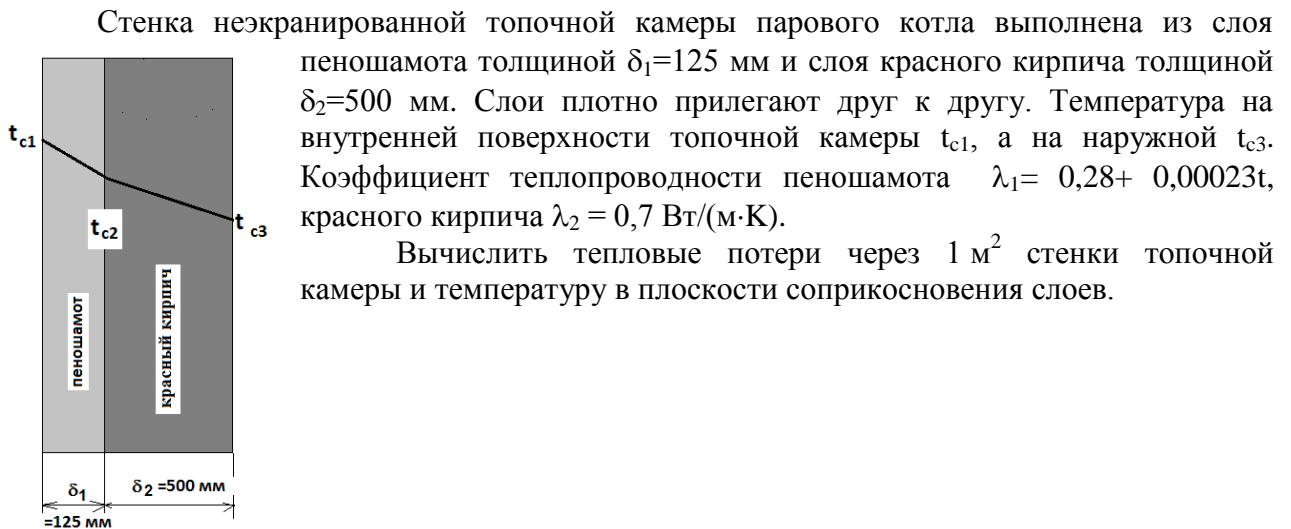
Какой толщины следует сделать слой из красного кирпича δ_3 , если отказаться от применения засыпки из диатомита, чтобы тепловой поток через обмуровку оставался неизменным? Как изменится температура стенок, если отказаться от засыпки?

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
δ_1 мм	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240
δ_2 мм	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100	105	110
δ_3 мм	120	130	140	150	160	170	180	190	200	210	220	230	240

№	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
δ_1 мм	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360

δ_2 мм	115	120	125	130	135	140	145	150	155	160	165	170
δ_3 мм	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350	360

Задача №3



№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
t_{c1}	800	820	840	860	880	900	920	940	960	980	1000	1020	1040
t_{c3}	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90

№	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
t_{c1}	1060	1080	1100	1120	1140	1160	1180	1200	1220	1240	1260	1280
t_{c3}	95	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150

Задача №4

Труба диаметром $d_1 = 50$ мм покрыта слоем минеральной ваты ($\lambda_1 = 0,09$ Вт/мК) толщиной 50 мм и слоем асбоцемента ($\lambda_2 = 0,65$ Вт/мК) толщиной 50 мм. Температура поверхности изоляции $t_{п}$, окружающего воздуха $t_{в} = 20^{\circ}\text{C}$, коэффициент теплоотдачи с поверхности изоляции в воздух α . Определить потери тепла с погонного метра трубы и температуру поверхности трубы под изоляцией. Как изменяться потери тепла, если поменять местами слои изоляции, а коэффициент теплоотдачи и температуру трубы оставить без изменения? Найти при этом температуру поверхности изоляции.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
α Вт/м ² К	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
$t_{п=t_{c3}}$ °C	80	78	76	74	72	70	68	66	64	62	60	58	56

№	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
α Вт/м ² К	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
$t_{п=t_{c3}}$ °C	54	52	50	48	46	44	42	40	38	36	34	32

Задача №5

Обмуровка топки состоит из слоя хромита $\lambda_1 = 1,28$ Вт/мК толщиной 200 мм, пеношамота $\lambda_2 = 0,105$ Вт/мК толщиной 120 мм и красного кирпича $\lambda_3 = 0,71$ Вт/мК толщиной 260 мм. Температура газов в топке t_r . Коэффициент теплоотдачи от газов к хромиту α_1 , коэффициент теплоотдачи от красного кирпича к воздуху α_2 . Определить потери тепла с 1 м^2 и температуры поверхностей и стыков материалов, если температура воздуха $t_b = 20^\circ\text{C}$.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
α_1 Вт/м ² К	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34
τ_r °С	1500	1480	1460	1440	1420	1400	1380	1360	1340	1320	1300	1280	1260
α_2 Вт/м ² К	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18

№	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
α_1 Вт/м ² К	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58
τ_r °С	1240	1220	1200	1180	1160	1140	1120	1100	1080	1060	1040	1020
α_2 Вт/м ² К	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6

Задача №6

Медный провод диаметром $d = 4$ мм имеет температуру поверхности $t_n = 60^\circ\text{C}$. Коэффициент теплоотдачи с поверхности провода в воздух α , температура воздуха $t_b = 20^\circ\text{C}$. Определить ток, проходящий по проводу ($\rho_m = 0,05$ Ом·мм²/м). Как следует изменить ток, идущий по проводу, чтобы при изолировании последним слоем резины толщиной 5 мм ($\lambda = 0,16$ Вт/м К) температура провода осталась прежней. Считать, что коэффициент теплоотдачи остается без изменения.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Вт/м ² К	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34

№	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Вт/м ² К	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58

Задача №7

Стальной стержень диаметром 30 мм, длиной 150 мм ($\lambda = 40$ Вт/мК) находится в воздухе, температура которого $t_b = 20^\circ\text{C}$. Коэффициент теплоотдачи с поверхности стержня в воздух α . Определить поток тепла, переданный от стержня в воздух, если температура свободного конца стержня $t_t = 45^\circ\text{C}$. Как повлияет на поток тепла учет теплоотдачи со свободного торца стержня?

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
α , Вт/м ² К	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75

№	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
α , Вт/м ² К	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130

Задача №8

Трубчатый воздушный подогреватель с расходом воздуха $G = 2,78$ кг/с выполнен из труб диаметром $d_1/d_2 = 32/40$ мм. Внутри труб движется горячий газ, а наружная поверхность труб омывается поперечным потоком воздуха.

Коэффициент теплопроводности материала труб $\lambda = 50$ Вт/м·К, удельная теплоемкость воздуха $C_p = 1000$ Дж/кг·К. Разность температур воздуха на входе и выходе из подогревателя $\Delta t = 140$ °С. Средняя разность температур газа и воздуха составляет 150°C .

Коэффициент теплоотдачи от газов к стенке α_1 , а от стенки к воздуху α_2 .

Определить площадь поверхности нагрева подогревателя, используя зависимости для цилиндрической и плоской стенки.

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
α_1 Вт/м ² К	10	13	16	19	22	25	28	31	34	37	40	43	46	49
α_2 Вт/м ² К	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36

№	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
α_1 Вт/м ² К		52	55	58	61	64	67	70	73	76	79	82
α_2 Вт/м ² К		38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58

Задача №9

Для охлаждения процессора компьютера на нем установлен радиатор с прямыми ребрами. Толщина ребра $\delta = 1$ мм, его высота $h = 20$ мм. Радиатор в плане представляет собой квадрат со стороной 50 мм. Шаг ребер $s = 2,5$ мм. Радиатор выполнен из материала с коэффициентом теплопроводности $\lambda = 70$ Вт/м·К.

Процессор охлаждается воздухом с температурой 25° С. Допустимая температура процессора (температура у основания ребер) составляет 60°С.

Определить теплоту Q (выделяемая теплота процессором), если задан коэффициент теплоотдачи α (принять допущение того, что теплоотдача α на ребрах и между ними одинакова).

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
α Вт/м ² К	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95

№	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
α Вт/м ² К	100	105	110	115	120	125	130	135	140	145	150

Задача №10

В пластине толщиной s , выполненной из материала с $\lambda = 20$ Вт/м К, действуют равномерно распределенные внутренние источники теплоты q_v . Температуры на поверхностях пластины соответственно равны t_{c1} и t_{c2} .

Определить относительную координату x_0/s и значение максимальной температуры в пластине t_0 , а также плотности теплового потока на поверхностях пластины q_{c1} и q_{c2} .

№	1	2	3	4	5	6	7	8
tc1	105	104,5	104	103,5	103	102,5	102	101,5
tc2	127	127,5	128	128,5	129	129,5	130	130,5
qv	3,00E+07	3,15E+07	3,31E+07	3,47E+07	3,65E+07	3,83E+07	4,02E+07	4,22E+07

№	9	10	11	12	13	14	15	16
tc1	101	100,5	100	99,5	99	98,5	98	97,5
tc2	131	131,5	132	132,5	133	133,5	134	134,5
qv	4,43E+07	4,65E+07	4,89E+07	5,13E+07	5,39E+07	5,66E+07	5,94E+07	6,24E+07

№	17	18	19	20	21	22	23	24	25
tc1	97	96,5	96	95,5	95	94,5	94	93,5	93
tc2	135	135,5	136	136,5	137	137,5	138	138,5	139
qv	6,55E+07	6,88E+07	7,22E+07	7,58E+07	7,96E+07	8,36E+07	8,78E+07	9,21E+07	9,68E+07