

Phụ lục A

A.1- Công thức xác định nhiệt trở và hệ số tổng truyền nhiệt (U-value) của kết cấu bao che

$$R_o = \frac{1}{h_N} + \sum_{i=1}^n \frac{b_i}{\lambda_i} + R_a + \frac{1}{h_T}, \quad m^2.K/W \quad (A.1)$$

trong đó:

h_N , h_T - lần lượt là hệ số trao đổi nhiệt bề mặt ngoài và bề mặt trong của kết cấu bao che, $W/m^2.K$;

b_i - bề dày của lớp vật liệu thứ i , m ;

λ_i - hệ số dẫn nhiệt của vật liệu lớp thứ i trong KCBC, $W/m.K$;

n - số lượng các lớp vật liệu trong KCBC;

R_a - Nhiệt trở của lớp không khí bên trong KCBC, nếu có, $m^2.K/W$.

$$U_o = \frac{1}{R_o}, \quad W/m^2.K \quad (A.2)$$

Trong đó:

Hệ số dẫn nhiệt λ_i cho ở bảng A.1.

Các hệ số h_N , h_T tham khảo bảng A.3.

Nhiệt trở lớp không khí R_a tham khảo bảng A.4.

A.2- Các thông số cơ bản cần dùng để tính toán kết cấu bao che

Bảng A.1- Thông số vật lý của vật liệu xây dựng

Tên vật liệu	Khối lượng đơn vị γ , kg/m^3	Hệ số dẫn nhiệt λ , $W/m.K$	Nhiệt dung riêng, $kJ/kg.K$	Hệ số dẫn ẩm $mg/m.h.kPa$
I. Vật liệu amiăng				
Tấm và bản xi măng amiăng	1900	0,35	0,84	0,03
Tấm cách nhiệt xi măng amiăng	500	0,13	0,84	0,39
Tấm cách nhiệt xi măng amiăng	300	0,09	0,84	-
II. Tấm bê tông				
Ngói xi măng lưới thép	2500	2,04	0,84	0,00
Bê tông cốt thép	2400	1,55	0,84	0,03
Bê tông đá vôi và đá dăm	2200	1,28	1,21	0,05
Bê tông gạch vỡ	1800	0,87	0,84	0,07

Bê tông nhẹ (Bê tông xỉ)	1500	0,70	0,80	0,09
Bê tông nhẹ (Bê tông xỉ)	1200	0,52	0,75	0,11
Bê tông nhẹ (Bê tông xỉ)	1000	0,41	0,75	0,14
Bê tông bọt hấp hơi nóng	1000	0,40	0,84	0,08
Bê tông bọt hấp hơi nóng	800	0,29	0,84	0,08
Bê tông bọt hấp hơi nóng	600	0,21	0,84	0,13
Bê tông bọt hấp hơi nóng	400	0,15	0,84	0,20
Bê tông bọt xilicat hấp hơi nóng	800	0,29	0,84	0,18
Bê tông bọt xilicat hấp hơi nóng	600	0,21	0,84	0,21
Bê tông bọt xilicat hấp hơi nóng	400	0,15	0,84	0,24
III. Vật liệu thạch cao				
Tấm thạch cao ốp mặt tường	1000	0,23	0,84	0,05
Tấm thạch cao và miếng thạch cao nguyên chất	1000	0,41	0,84	0,11
Bê tông thạch cao xỉ lò	1000	0,37	0,80	0,15
IV. Vật liệu đất nung, vật liệu đẽm, mảng gạch xây và lớp trát				
Đất sét nén chặt và gạch đất sét	2000	0,93	0,84	0,10
Gạch mộc	1600	0,70	1,05	0,17
Đất mùn, đất thực vật dưới công trình	1800	1,16	0,84	-
Cát khô dùng làm vật liệu đẽm	1600	0,58	0,84	0,17
Vật liệu đẽm bằng đất mùn khô đã qua sàng	1400	0,52	0,84	0,19
Đất xilicat dùng làm lớp đẽm	600	0,17	0,84	0,30
Gạch phổ thông xây với vữa nặng	1800	0,81	0,88	0,11
Gạch phổ thông xây với vữa nhẹ	1700	0,76	0,88	0,12
Gạch xilicat xây với vữa nặng	1900	0,87	0,84	0,11
Gạch nhiều lỗ (g = 1300) xây với vữa nhẹ	1350	0,58	0,88	0,15
Gạch nhiều lỗ (105 lỗ) xây với vữa nặng	1300	0,52	0,88	-
Gạch nhiều lỗ (60 lỗ) xây với vữa nặng	1300	0,58	0,88	-
Vữa nặng và vữa trát xi măng	1800	0,93	0,84	0,09
Vữa tam hợp và vữa trát tam hợp	1700	0,87	0,84	0,10
Vữa vôi	1600	0,81	0,84	0,12
V. Vật liệu than, xỉ				
Tấm cách nhiệt bằng than bùn	225	0,07	1,67	0,19
Xỉ lò	1000	0,29	0,75	0,20
Xỉ lò	700	0,22	0,75	0,22
Xỉ lò cao ở trạng thái hạt	500	0,16	0,75	0,23
Gạch xỉ	1400	0,58	0,75	-
Vữa xỉ nhẹ	1400	0,64	0,75	0,11
Vữa xỉ nhẹ	1200	0,52	0,75	0,14

Vữa vôi trát mặt ngoài	1600	0,87	0,84	0,14
Vữa vôi trát mặt trong	1600	0,70	0,84	0,14
Vữa vôi trát mặt ngoài tấm nan gỗ	1400	0,70	1,05	0,12
Vữa vôi trát mặt trong tấm nan gỗ	1400	0,52	1,05	0,12
Vữa trát vôi trộn xỉ quặng	1200	0,47	0,80	0,14
Tấm sợi gỗ cứng ốp mặt	700	0,23	1,47	0,08
VI. Vật liệu cuộn				
Giấy các tông tốt	1000	0,23	1,47	-
Giấy các tông thường	700	0,17	1,47	-
Giấy các tông gợn sóng	150	0,06	1,47	-
Giấy tấm dầu thông, nhựa đường bi-tum	600	0,17	1,47	-
VII. các sản phẩm nông nghiệp				
Trấu	250	0,21	1,88	-
Cây lác	400	0,14	1,47	-
Rơm	320	0,09	1,51	-
Tấm ép bằng rơm	300	0,10	1,47	-
Tấm ép bằng cây lác 1900	360	0,10	1,51	-
VIII. Vật liệu thủy tinh				
Kính cửa sổ	2500	0,78	0,84	0,00
Sợi thủy tinh	200	0,06	0,84	0,49
Thủy tinh hơi và thủy tinh bọt	500	0,16	0,84	0,02
Thủy tinh hơi và thủy tinh bọt	300	0,12	0,84	0,02
IX. Vật liệu gỗ, li-e				
Gỗ thông và gỗ tùng (ngang thớ)	550	0,17	2,51	-
Gỗ thông và gỗ tùng (dọc thớ)	550	0,35	2,51	0,32
Mùn cưa	250	0,09	2,51	0,26
Mùn cưa đã có thuốc chống mục	300	0,13	2,30	0,26
Mùn cưa trộn với nhựa thông	300	0,12	1,88	0,25
Gỗ dán	600	0,17	2,51	0,02
Tấm bằng sợi gỗ ép	600	0,16	2,51	0,11
-nt-	250	0,08	2,51	0,09
-nt-	150	0,06	2,51	0,34
Tấm gỗ mềm (gỗ li-e)	250	0,07	2,09	0,04
Tấm được chế tạo từ phế phẩm gỗ li-e	150	0,06	1,88	0,05
X. Kim loại				
Thép - tôn	7850	58	0,48	0
Gang	7200	50	0,48	0

Nhôm	2600	220	0,48	0
XI. Các vật liệu khác				
Thảm dùng trong nhà (thảm bông)	150	0,06	1,88	0,34
Thảm bông khoáng chất	200	0,07	0,75	0,49
Thảm bông khoáng chất	250	0,08	0,75	0,45
Tấm xilicat bề mặt in hoa và tấm xi măng xilicat in hoa	600	0,23	2,30	-
Tấm xilicat bề mặt in hoa và tấm xi măng xilicat in hoa	400	0,16	2,30	-
Tấm xilicat bề mặt in hoa và tấm xi măng xilicat in hoa	250	0,12	2,30	-
CHÚ THÍCH: 1 W/m.K=0,86 kcal/m.h.oC; 1 kJ/kg.K=0,24 kcal/kg.oC ; Đối với VLXD mới không có tên trong bảng trên, có thể sử dụng Tiêu chuẩn của nước ngoài.				

Bảng A.2 - Hệ số hấp thu nhiệt bức xạ α của bề mặt vật liệu

Số thứ tự (1)	Bề mặt. Vật liệu và màu sắc (2)	Hệ số α (3)
1. Vật liệu		
1	Giấy trắng	0,20
2	Than bùn khô	0,64
3	Gốm hạt	0,8 - 0,85
4	Xỉ	0,81
2. Mặt tường		
5	Đá vôi mài nhẵn, màu sáng	0,35
6	Như trên, màu sẫm	0,50
7	Sa thạch màu vàng nâu	0,54
8	Sa thạch màu vàng thẫm	0,62
9	Sa thạch màu đỏ	0,73
10	Đá cẩm thạch mài nhẵn, màu trắng	0,30
11	Như trên, màu sẫm	0,65
12	Đá granit mài nhẵn, màu xám nhạt	0,55
13	Đá granit màu xám, đánh bóng	0,60
14	Gạch tráng men, màu trắng	0,26
15	Như trên, màu nâu sáng	0,55
16	Gạch thông thường, có bụi bẩn	0,77
17	Như trên, màu đỏ mới	0,70 - 0,74
18	Gạch ốp mặt, màu sáng	0,45
19	Mặt bê tông nhẵn phẳng	0,54 - 0,65
20	Mặt trát vữa, quét màu vàng - trắng	0,42
21	Như trên, màu sẫm	0,73
22	Như trên, màu trắng	0,40
23	Như trên, màu lam nhạt	0,59
24	Như trên, màu xám nhạt	0,47
25	Như trên, màu trắng như tuyết	0,32
26	Xilicat hơi	0,56 - 0,59
27	Gỗ mộc	0,59
28	Gỗ sơn màu sẫm	0,77
29	Gỗ sơn màu vàng nhạt	0,60
30	Tre nhẵn bóng	0,43

31	Tre thông thường	0,60
3. Mặt mái		
32	Tấm fibrôximăng mới, màu trắng	0,42
33	Như trên, sau 6 tháng sử dụng	0,61
34	Như trên, sau 12 tháng sử dụng	0,71
35	Như trên sau quét lại bằng nước ximăng	0,59
36	Như trên, sau 6 năm sử dụng	0,83
37	Tấm bông khoáng gọn sóng	0,61
38	Tấm bông khoáng màu nâu sáng nhạt	0,53
39	Giấy dầu lợp nhà, để thô	0,91
40	Như trên, rắc hạt khoáng phủ mặt	0,84
41	Như trên, rắc hạt cát màu xám	0,88
42	Như trên, rắc hạt cát màu sẫm	0,90
43	Tôn màu sáng	0,26
44	Tôn màu đen	0,86
45	Ngói màu đỏ hay màu nâu	0,65 - 0,72
46	Ngói ximăng màu xám	0,65
47	Thép đánh bóng hay mạ màu trắng	0,45
48	Như trên, màu xanh	0,76
49	Thép tráng kẽm, mới	0,30
50	Như trên, bị bắn bụi	0,90
51	Nhôm không làm bóng	0,52
52	Nhôm đánh bóng	0,26
4. Mặt quét sơn		
53	Sơn màu đỏ sáng (màu hồng)	0,52
54	Sơn màu xanh da trời	0,64
55	Sơn bằng chất coban, màu xanh sáng	0,58
56	Như trên, màu tím	0,83
57	Sơn màu vàng	0,44
58	Sơn màu đỏ	0,63
5. Mặt vỉa hè và mặt đường		
59	Atphan mới	0,89
60	Atphan cũ	0,67
61	Bê tông xi	0,89
62	Đá dăm granit	0,80
63	Cát lẫn sỏi	0,66
64	Cát ẩm ướt	0,80
65	Đá sỏi granit	0,67
6. Vật liệu xuyên sáng		
66	Màng polyclovinin dày 0,1 mm	0,096
67	Màng polyamit AFF dày 0,08 mm	0,164
68	Màng pôlyêtylen dày 0,085 mm	0,109
69	Kính dày 7 mm	0,076
70	Kính cửa dày 4,5 mm	0,04
71	Kính có bề mặt hấp thụ nhiệt dày 6 mm	0,306
72	Kính ảnh dày 17 mm	0,02
73	Kính hữu cơ không màu sắc dày 1,2 mm	0,123
74	Như trên, màu vàng, dày 2,7 mm	0,46
75	Như trên, màu xanh, dày 1,4 mm	0,34

Bảng A.3 - Hệ số trao đổi nhiệt bề mặt của kết cấu bao che h , $W/m^2.K$ (theo TCVN 298:2003 và ISO 6946:1996)

Tên hệ số	Hướng dòng nhiệt		
	Nằm ngang (đối với tường)	Đi lên (đối với mái)	Đi xuống (đối với mái)
Hệ số trao đổi nhiệt bề mặt ngoài h_N , $W/m^2.K$	25	25	25
Hệ số trao đổi nhiệt bề mặt trong h_T , $W/m^2.K$	7,692	10	5,882

Bảng A.4 - Nhiệt trở lớp không khí không được thông gió R_a , $m^2.K/W$ (theo TCVN 298:2003 và ISO 6946:1996)

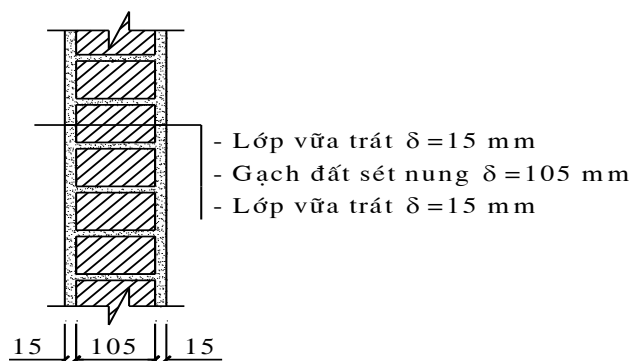
Chiều dày lớp không khí, mm	Hướng dòng nhiệt		
	Nằm ngang (đối với lớp không khí thẳng đứng)	Đi lên (đối với lớp không khí nằm ngang)	Đi xuống (đối với lớp không khí nằm ngang)
0	0,00	0,00	0,00
5	0,11	0,11	0,11
7	0,13	0,13	0,13
10	0,15	0,15	0,15
15	0,17	0,16	0,17
25	0,18	0,16	0,19
50	0,18	0,16	0,21
100	0,18	0,16	0,22
300	0,18	0,16	0,23

CHÚ THÍCH: Các giá trị trung gian có thể tính toán theo nội suy tuyến tính

A.3- Một số cấu tạo tường ngoài và mái thông dụng và tổng nhiệt trở R_o được tính toán theo công thức (A.1)

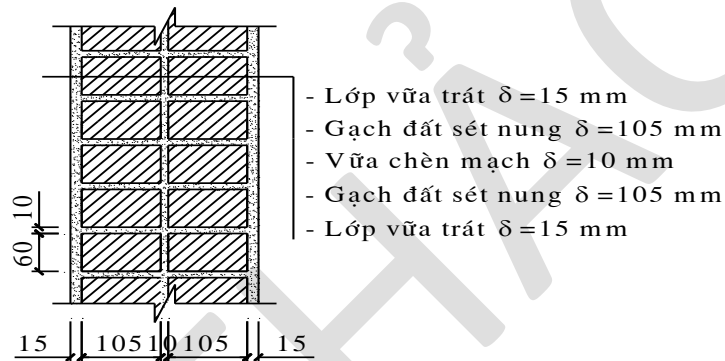
A.3.1- TƯỜNG

T1 - Tường đơn (bề dày quy ước: 110mm) gạch đặc đất sét nung



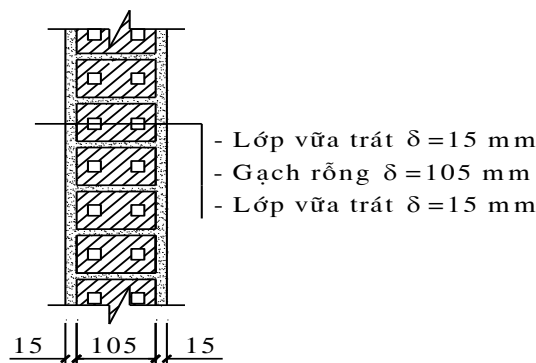
Thứ tự	Các lớp vật liệu từ ngoài vào trong	Chiều dày, m	Hệ số dẫn nhiệt, λ , W/(m.K)	Tổng nhiệt trở R_o , $m^2.K/W$	Đạt hay không đạt yêu cầu so với quy chuẩn
1	Lớp vữa trát ngoài	0,015	0,93	0,332	$R_o < 0,56 m^2.K/W$ Không đạt yêu cầu!
2	Gạch đặc đất sét nung xây với vữa nặng (vữa xi măng)	0,105	0,81		
3	Lớp vữa trát trong	0,015	0,93		

T2 - Tường đôi (bề dày quy ước: 220mm) gạch đặc đất sét nung



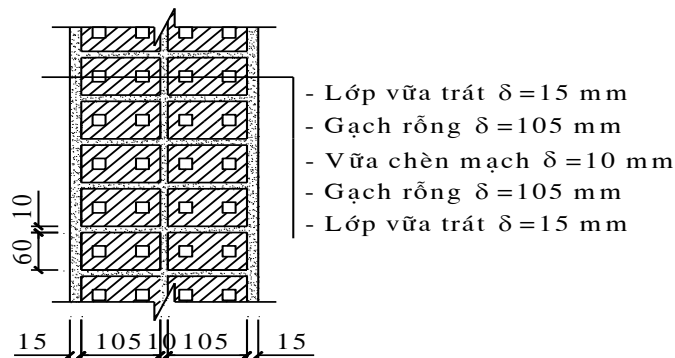
Thứ tự	Các lớp vật liệu từ ngoài vào trong	Chiều dày, m	Hệ số dẫn nhiệt, λ , W/(m.K)	Tổng nhiệt trở R_o , $m^2.K/W$	Đạt hay không đạt yêu cầu so với quy chuẩn
1	Lớp vữa trát ngoài	0,015	0,93	0,474	$R_o < 0,56 m^2.K/W$ Không đạt yêu cầu!
2	Gạch đặc đất sét nung xây với vữa nặng (vữa xi măng)	0,220	0,81		
3	Lớp vữa trát trong	0,015	0,93		

T3 - Tường đơn (bề dày quy ước: 110mm) gạch rỗng đất sét nung



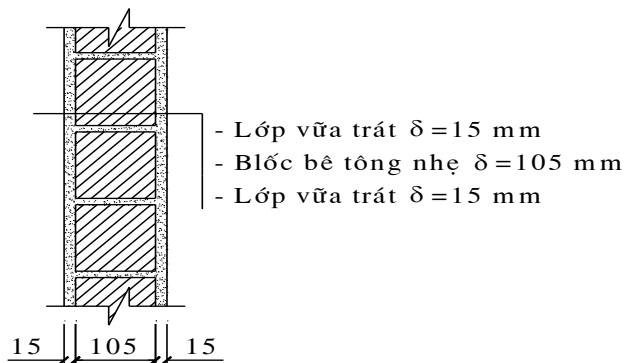
Thứ tự	Các lớp vật liệu từ ngoài vào trong	Chiều dày, m	Hệ số dẫn nhiệt, λ W/(m.K)	Tổng nhiệt trở R_o , $m^2.K/W$	Đạt hay không đạt yêu cầu so với quy chuẩn
1	Lớp vữa trát ngoài	0,015	0,93	0,404	$R_o < 0,56 m^2.K/W$ Không đạt yêu cầu!
2	Gạch nhiều lỗ (105 lỗ) xây với vữa nặng (vữa xi măng)	0,105	0,52		
3	Lớp vữa trát trong	0,015	0,93		

T4 - Tính toán nhiệt trở tường đôi (bề dày quy ước: 220mm) gạch rỗng đất sét nung



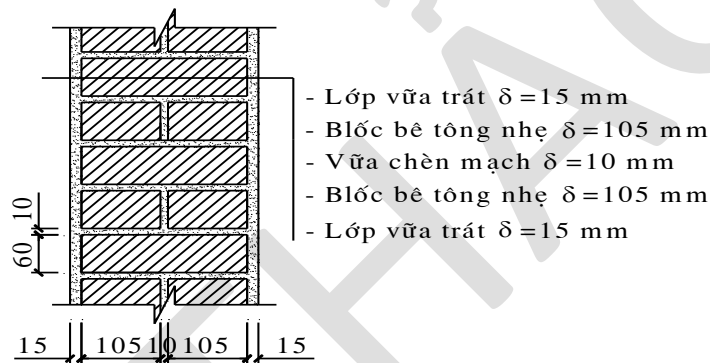
Thứ tự	Các lớp vật liệu từ ngoài vào trong	Chiều dày, m	Hệ số dẫn nhiệt, λ , W/(m.K)	Tổng nhiệt trở R_o , $m^2.K/W$	Đạt hay không đạt yêu cầu so với quy chuẩn
1	Lớp vữa trát ngoài	0,015	0,93	0,584 hoặc 0,625	$R_o > 0,56 m^2.K/W$ Đạt yêu cầu hoặc Đạt và vượt yêu cầu
2	Gạch nhiều lỗ (60 hoặc 105 lỗ) xây với vữa nặng (vữa xi măng)	0,220	0,58 hoặc 0,52		
3	Lớp vữa trát trong	0,015	0,93		

T5 - Tường gạch, khối bê tông bọt, tường đơn (bề dày quy ước: 110mm)



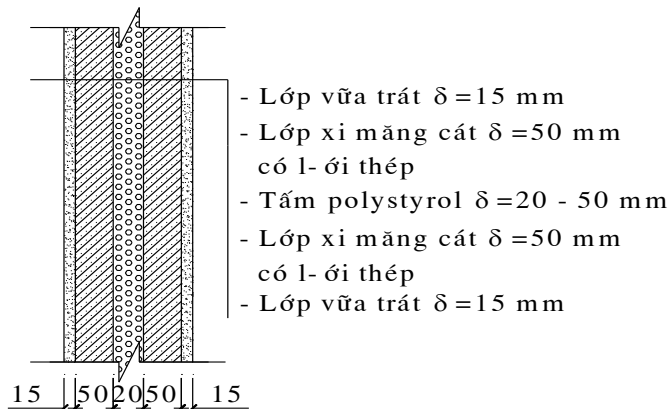
Thứ tự	Các lớp vật liệu từ ngoài vào trong	Chiều dày, m	Hệ số dẫn nhiệt, λ , W/(m.K)	Tổng nhiệt trở R_o , $m^2.K/W$	Đạt hay không đạt yêu cầu so với quy chuẩn
1	Lớp vữa trát ngoài	0,015	0,93	0,486	$R_o < 0,56 m^2.K/W$ Không đạt yêu cầu!
2	Block bê tông bọt	0,105	0,37		
3	Lớp vữa trát trong	0,015	0,93		

T6 - Tường gạch, block bê tông bọt, tường đôi (bê dày quy ước: 220mm)



Thứ tự	Các lớp vật liệu từ ngoài vào trong	Chiều dày, m	Hệ số dẫn nhiệt, λ , W/(m.K)	Tổng nhiệt trở R_o , $m^2.K/W$	Đạt hay không đạt yêu cầu so với quy chuẩn
1	Lớp vữa trát ngoài	0,015	0,93	0,797	$R_o > 0,56 m^2.K/W$ Đạt và vượt yêu cầu.
2	Block bê tông bọt	0,220	0,37		
3	Lớp vữa trát trong	0,015	0,93		

T7 - Panel 3D dày 180mm

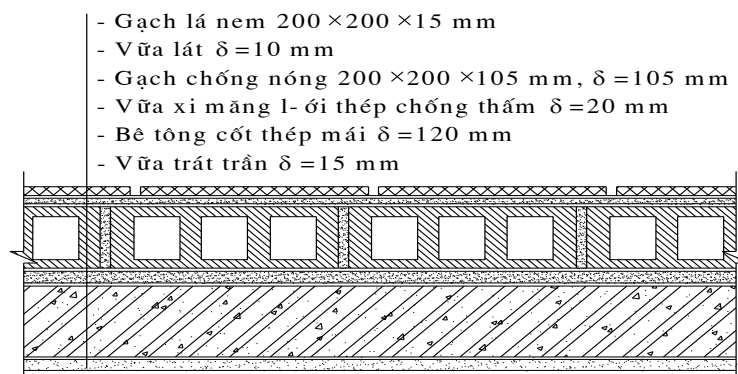


Thứ tự	Các lớp vật liệu từ ngoài vào trong	Chiều dày, m	Hệ số dẫn nhiệt, λ W/(m.K)	Tổng nhiệt trở R_o , $m^2.K/W$	Đạt hay không đạt yêu cầu so với quy chuẩn
1	Lớp vữa trát ngoài	0,015	0,93	0,81 ÷ 1,56	$R_o > 0,56 m^2.K/W$ Đạt và vượt hoặc vượt xa yêu cầu
2	Tấm 3D bằng xi măng cát lưới thép	0,05	0,93		
3	Lớp cách nhiệt bằng xốp polystyrol	0,02 ÷ 0,05	0,04		
4	Tấm 3D bằng xi măng cát lưới thép	0,05	0,93		
5	Lớp vữa trát trong	0,015	0,93		

GHI CHÚ: Tổng nhiệt trở của tường ngoài được tính với hệ số trao đổi nhiệt bề mặt ngoài là $h_N = 25 W/m^2.^\circ C$ và hệ số trao đổi nhiệt bề mặt trong là $h_T = 7,692 W/m^2.^\circ C$ – xem bảng A.3, Phụ lục A.

A.3.2- MÁI

M1 - Cấu tạo mái với lớp cách nhiệt bằng gạch rỗng dày 105 mm



Thứ tự	Các lớp vật liệu từ trên xuống	Chiều dày, m	Hệ số dẫn nhiệt, λ , W/(m.K)	Tổng nhiệt trở R_o , $m^2.K/W$	Đạt hay không đạt yêu cầu so với quy chuẩn
1	Gạch lá nem	0,015	0,81	0,640	$R_o < 1,0 m^2.K/W$ Không đạt yêu cầu
2	Vữa lát	0,01	0,93		
3	Gạch đất sét nung (phần liên tục)	0,105	0,81		
4	Gạch đất sét nung (phần vách)	0,053	0,81		
5	Không khí lỗ rỗng $R_a = 0,22 m^2.^\circ C/W$	0,053			
6	Vữa xây mạch dọc	0,105	0,93		
7	Vữa xi măng lưới thép	0,02	0,93		
8	Bê tông cốt thép	0,12	1,55		
9	Lớp vữa trát trong	0,015	0,93		

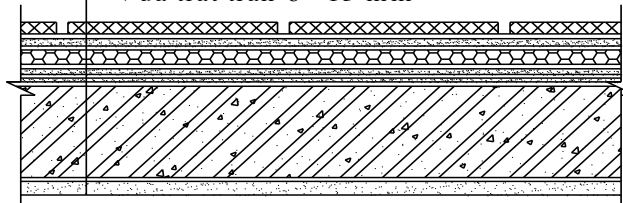
M2 - Cấu tạo mái với lớp cách nhiệt bằng gạch rỗng dày 105 mm và bê tông xỉ $\gamma=1000$ kg/m³ dày 150 mm

Cấu tạo như mái M1, nhưng bên trên lớp gạch chống nóng có thêm lớp bê tông nhẹ - bê tông xỉ $\gamma=1000$ kg/m³ - $\lambda=0,41$ W/(m.K) dày 150 mm, lúc đó tổng nhiệt trở của mái M2 sẽ là $R_o=1,006$ m².K/W – đạt yêu cầu.

Thứ tự	Các lớp vật liệu từ trên xuống	Chiều dày, m	Hệ số dẫn nhiệt, λ , W/(m.K)	Tổng nhiệt trở R_o , m ² .K/W	Đạt hay không đạt yêu cầu so với quy chuẩn
1	Gạch lá nem	0,015	0,81	1,006	$R_o > 1,0$ m ² .K/W Đạt yêu cầu
2	Vữa lát	0,01	0,93		
3	Lớp bê tông nhẹ-bê tông xỉ ($\gamma=1000$ kg/m ³)	0,150	0,41		
4	Gạch đất sét nung (phần liên tục)	0,105	0,81		
5	Gạch đất sét nung (phần vách)	0,053	0,81		
6	Không khí lỗ rỗng $R_a=0,22$ m ² .°CW	0,053			
7	Vữa xây mạch dọc	0,105	0,93		
8	Vữa xi măng lưới thép	0,02	0,93		
9	Bê tông cốt thép	0,12	1,55		
10	Lớp vữa trát trong	0,015	0,93		

M3 - Mái với tấm xốp polystyrol dày 30 mm

- Gạch lá nem 200 × 200 × 15 mm
- Vữa lát $\delta = 10$ mm
- Tấm xốp polystyrol $\delta = 30$ mm
- Vữa xi măng $\delta = 5$ mm
- Xi măng polimer chống thấm $\delta = 2$ mm
- Bê tông cốt thép mái $\delta = 120$ mm
- Vữa trát trần $\delta = 15$ mm



Thứ tự	Các lớp vật liệu từ trên xuống	Chiều dày, m	Hệ số dẫn nhiệt, λ , W/(m.K)	Tổng nhiệt trở R_o , m ² .K/W	Đạt hay không đạt yêu cầu so với quy chuẩn
1	Gạch lá nem	0,015	0,81		
2	Vữa lát	0,01	0,93		

3	Tấm polystyol	0,03	0,04	1,140	$R_o > 1,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ Đạt yêu cầu
4	Vữa xi măng	0,05	0,93		
5	Vữa xi măng polymer chống thấm	0,002	0,93		
6	Bê tông cốt thép	0,12	1,55		
7	Lớp vữa trát trong	0,015	0,93		

GHI CHÚ: Tổng nhiệt trở của mái được tính với hệ số trao đổi nhiệt bề mặt ngoài là $h_N = 25 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$ và hệ số trao đổi nhiệt bề mặt trong là $h_T = 5,882 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$ – xem bảng A.3, Phụ lục A.

Tài liệu tham khảo

- 1- Phạm Ngọc Đăng, Phạm Hải Hà Nhiệt và khí hậu kiến trúc. Nhà xuất bản Xây dựng, Hà Nội, 2002.
- 2- TCVN 298:2003 và ISO 6946:1996