

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ



ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»
Инженерно-строительный институт

КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ

НАРУЖНЫХ СТЕН И ПЕРЕГОРОДОК; ПОКРЫТИЙ И ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ МАНСАРД;
ПОДВЕСНЫХ ПОТОЛКОВ, ПОЛОВ И ПЕРЕКРЫТИЙ, А ТАКЖЕ ФУНДАМЕНТОВ МЕЛКОГО ЗАЛОЖЕНИЯ
С ПРИМЕНЕНИЕМ МИНЕРАЛЬНЫХ ТЕПЛО- И ЗВУКОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ
URSA TERRA, URSA GEO, URSA PUREONE, И ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ
ЭКСТРУДИРОВАННОГО ПЕНОПОЛИСТИРОЛА URSA XPS

Материалы для проектирования и чертежи узлов
ТР-001-17

Директор Инженерно-строительного института,
д.т.н., профессор

Н.И.Ватин

Директор по технике и производству
ООО «УРСА Евразия»

А.С.Трубицын

Старший преподаватель кафедры «Строительство
уникальных зданий и сооружений»

К.Ю.Усанова

Руководитель группы технической поддержки продаж
ООО «УРСА Евразия»

А.Г.Керник

Доцент кафедры «Строительство уникальных зданий и
сооружений», к.т.н.

Т.В.Назмеева

Инженер кафедры «Гидравлика и прочность»

Е.В.Котов



Санкт-Петербург, 2017 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. ПРИМЕНЯЕМЫЕ МАТЕРИАЛЫ

- 1.1.1. Минеральная изоляция на синтетическом связующем
- 1.1.2. Плиты из экструдированного пенополистирола
- 1.1.3. Ветро-гидрозащитные мембраны и пароизоляционные пленки

1.2. ИНСТРУКЦИИ И ПРИМЕРЫ РАСЧЕТОВ

2. СТЕНЫ С МИНЕРАЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИЕЙ URSA

- 2.1. Многослойные стены с защитно-декоративным слоем из кирпича
- 2.2. Стены с вентилируемой воздушной прослойкой
- 2.3. Стены из сэндвич-панелей поэлементной сборки
- 2.4. Стены с деревянным каркасом
- 2.5. Стены со стальным каркасом и облицовкой сайдингом

3. СТЕНЫ С ЭКСТРУДИРОВАННЫМ ПЕНОПОЛИСТИРОЛОМ URSA XPS

- 3.1. Стены с отделочным слоем из тонкой штукатурки
- 3.2. Многослойные стены с защитно-декоративным слоем из кирпича
- 3.3. Утепление наружных стен с внутренней стороны
 - 3.3.1. Деревянный каркас
 - 3.3.2. Металлический каркас

4. ПЕРЕГОРОДКИ

- 4.1. Конструктивные решения каркасных перегородок
 - 4.1.1. Перегородки с деревянным каркасом
 - 4.1.2. Перегородки с металлическим каркасом
- 4.2. Перегородки с облицовкой из гипсовых пазогребневых плит
- 4.3. Кирпичные перегородки с каркасом и облицовкой

5. ПОКРЫТИЯ

- 5.1. Традиционные покрытия по железобетонному основанию
- 5.2. Инверсионные покрытия по железобетонному основанию
- 5.3. Покрытия с несущим профилированным настилом
- 5.4. Скатные крыши

6. ПОЛЫ И ПОТОЛКИ

- 6.1. Чердачные перекрытия
- 6.2. Каркасные перекрытия по балкам
- 6.3. Подвесные потолки с металлическим и деревянным каркасом
- 6.4. Полы холодильников

6.5. Полы ледовых арен

6.6. Полы гражданских и промышленных зданий

6.6.1. Пол П1 на лагах по грунту над холодными подпольями или подвалами

6.6.2. Пол П2 на лагах по железобетонной плите над холодными подпольями или подвалами

6.6.3. Пол П3 на лагах по железобетонной плите

6.6.4. Пол П4 на междуэтажных перекрытиях из железобетонных плит

6.6.5. Пол П5 по грунту

6.6.6. Пол П6 с обогревом

7. ПОДЗЕМНЫЕ ЧАСТИ ЗДАНИЙ

7.1. Утепление стен подвалов с наружной стороны и цокольной части стены

7.2. Утепление стен подвалов с внутренней стороны

7.3. Фундаменты мелкого заложения

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Альбом содержит материалы для проектирования и чертежи узлов многослойных стен, перегородок, покрытий, перекрытий, ограждающих конструкций мансард, подвесных потолков, полов и фундаментов мелкого заложения с применением минеральной теплоизоляции из плит или матов URSA, и плит из экструдированного пенополистирола URSA XPS.

Рекомендации разработаны для следующих условий:

- одно- и многоэтажные здания и сооружения I–V степени огнестойкости с сухим, нормальным, влажным и мокрым температурно-влажностными режимами эксплуатации внутренних помещений, для строительства на всей территории страны;
- стены несущие или самонесущие из штучных материалов (кирпич, камни, бетонные блоки) или монолитного железобетона;
- температура холодной пятидневки до минус 55 °С (с обеспеченностью 0,92).

Проектирование следует вести с учетом указаний, следующих действующих нормативных документов:

ФЗ РФ от 22 июля 2008 г. N 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;

СП 54.13330.2011 «Здания жилые многоквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-01-2003»;

СП 55.13330.2011 «Дома жилые одноквартирные. Актуализированная редакция СНиП 31-02-2001»;

СП 56.13330.2011 «Производственные здания. Актуализированная редакция СНиП 31-03-2001»;

СП 118.13330.2012 «Общественные здания административного назначения. Актуализированная редакция СНиП 31-05-2003 и Общественные здания и сооружения. Актуализированная редакция СНиП 31-06-2009»;

СП 29.13330.2011 «Полы. Актуализированная редакция СНиП 2.03.13-88»;

СП 44.13330.2011 «Административные и бытовые здания. Актуализированная редакция СНиП 2.09.04-87*»;

СП 15.13330.2012 «Каменные и армокаменные конструкции. Актуализированная редакция СНиП II-22-81*»;

СП 50.13330.2012 «Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003»;

СП 17.13330.2017 «СНиП II-26-76 Кровли. Актуализированная редакция»;

СП 55-101-2000 «Ограждающие конструкции с применением гипсокартонных листов»;

СП 55-102-2000 «Ограждающие конструкции с применением гипсоволокнистых листов».

1.1 ПРИМЕНЯЕМЫЕ МАТЕРИАЛЫ

1.1.1 Минеральная изоляция на синтетическом связующем

В качестве звуко- и теплоизоляции ограждающих и внутренних конструкций зданий и сооружений применяют изделия (плиты или маты) из минеральной изоляции на синтетическом связующем, которые могут выпускаться под продуктовыми линейками GEO, PUREONE и TERRA.

Изделия, входящие в продуктовую линейку «GEO», изготавливаются с применением компонентов традиционного синтетического связующего и имеют желтый цвет.

Изделия, входящие в продуктовую линейку «TERRA», изготавливаются с применением компонентов модифицированного синтетического связующего и имеют темно-зеленый цвет. Изделия, входящие в продуктовую линейку «PUREONE», изготавливаются с применением акрилового связующего на водной основе и имеют белый цвет.

Области применения изоляционных плит и рулонов (матов) торговой марки URSA представлены в таблице 1.1.

Физико-механические характеристики изделий URSA приведены в таблице 1.2

Номинальные размеры изделий URSA всех продуктовых линеек приведены в таблице 1.3.

Предельные отклонения от номинальных размеров матов и плит URSA не должны превышать значения, указанные в таблице 1.4.

Изделия из минеральной изоляции URSA имеют следующие условные обозначения:

– наименование торговой марки: «URSA GEO»; «URSA PUREONE»; «URSA TERRA»;

– марки изделия (буквенного обозначения вида изделия) P – для плит, R – для рулонов (матов), Q – для плит в рулонах (изготовленных с применением технологии Spannfalz). В скобках может быть указано предыдущее обозначение: M – для матов, П – для плит, и цифрового обозначения плотности, или торгового названия (Перегородка, Фасад и т.д.); при импортных поставках наименование торговой марки может быть указано на иностранном языке. Дополнительно к марке изделия допускается указывать другие, не указанные в Технических условиях торговые названия, которые могут быть указаны в скобках сразу за наименованием марки;

– буквенного обозначения облицовочного слоя (Alu – алюминиевая фольга). Маты и плиты могут быть оклеены с одной стороны облицовочным материалом из алюминиевой фольги, стеклохолста или крафт-бумаги. Плиты 37 PN (П-15), 34 PN (П-20) толщиной 100 мм и более, плиты 33 PN (П-30) толщиной 50 мм и более могут быть оклеены с одной или двух сторон стеклохолстом желтого или черного цвета. Плиты марки 32 PFB и 34 PFB (Фасад) выпускаются с покрытием в виде стеклохолста черного цвета, плиты остальных марок производятся без покрытия. Если изделия выпускают без облицовки, то к названию марки добавляется буква N.

– буквенного обозначения «У» (для уплотненных плит);

– цифрового обозначения количества изделий в упаковке (при упаковке нескольких изделий);

– размеров (длина, ширина, толщина) в миллиметрах (допускается указывать только толщину);

– обозначения Технических условий, по которым изготовлено изделие.

Примеры условных обозначений изделий:

URSA GEO 40 RN (M-11)-18000-1200-50 ТУ 23.99.19-016-71451657-2019 - маты плотностью 11 кг/м³, без облицовки, длиной 18000 мм, шириной 1200 мм, толщиной 50 мм;

PUREONE 34 PN (20)-1250-600-50 ТУ 23.99.19-016-71451657-2019 – плиты PUREONE, марки 34 Р, без облицовки – N, количество плит в упаковке (20) штук, длиной 1250 мм, шириной 600 мм, толщиной 50 мм;

TERRA 34 PN (20)-1250-600-50 ТУ 23.99.19-016-71451657-2019 – плиты с теплопроводностью 0,034 Вт/(м·К), 10 шт. в упаковке, длиной 1250, шириной 600 и толщиной 50 мм.

Таблица 1.1 – Область применения минеральной изоляции URSA

Область применения	Марка плит URSA GEO, TERRA, PUREONE										Марка матов URSA GEO, TERRA, PUREONE								
	37 PN (П-15)	36 PN (Универсальные плиты)	34 PN (П-20)	34 PFB (Фасад НГ)	33 PN (П-30)	32 PFB (Фасад Г-1)	32 PN (П-35)	32 PN ER (П-45)	31 PN (П-60)	31 PN ER (П-75)	44 RN (Теплостандарт)	41 RN (Частный дом)	40 RN (М-11)	40 R-Alu (М-11Ф)	37 RN (М-15)	35 QN (Скатная крыша)	35 QN (КАРКАС)	34 RN (М-25)	34 R-Alu (М-25 Ф)
СКАТНЫЕ КРЫШИ																			
Крыши с теплоизоляцией, установленной между и под стропилами	д	д	д												д	Р	д		
ПЛОСКИЕ КРЫШИ																			
Крыши из каркасных СЭНДВИЧ-панелей	д	д											Р	Р			Р		
НАРУЖНЫЕ СТЕНЫ																			
Трехслойные стены с облицовкой из кирпича				Р	Р	д													
Стены с навесным вентилируемым фасадом на кронштейнах				Р	Р	Р	Р												
Наружное утепление стен по каркасу с облицовкой сайдингом	Р	Р	Р	Р											д		Р		
Стены с деревянным или металлическим каркасом	Р	Р	Р	Р									д		Р		Р		
Утепление наружных стен изнутри	Р	Р																	
Стены из СЭНДВИЧ-панелей поэлементной сборки	Р	Р	д														Р		
ПЕРЕГОРОДКИ (ЗВУКОИЗОЛЯЦИЯ)																			
Каркасно-обшивные перегородки	Р	Р	Р										д		д		д		
Комбинированные перегородки из кирпича и гипсобетона, изоляция в среднем слое	Р	Р	Р												Р		д		
Каркасные облицовки стен и перегородок	Р	Р	Р										д	Р	д		д		

Продолжение таблицы 1.1 – Область применения минеральной изоляции URSA

Область применения	Марка плит URSA GEO, TERRA, PUREONE										Марка матов URSA GEO, TERRA, PUREONE								
	37 PN (П-15)	36 PN (Универсальные плиты)	34 PN (П-20)	34 PFB (Фасад ПГ)	33 PN (П-30)	32 PFB (Фасад Г-1)	32 PN (П-35)	32 PN ER (П-45)	31 PN (П-60)	31 PN ER (П-75)	44 RN (Теплостандарт)	41 RN (Частный дом)	40 RN (М-11)	40 R-Alu (М-11Ф)	37 RN (М-15)	35 QN (Скатная крыша)	35 QN (КАРКАС)	34 RN (М-25)	34 R-Alu (М-25 Ф)
ПЕРЕКРЫТИЯ, ПОЛЫ И ПОТОЛКИ																			
Чердачные перекрытия по балкам	д	д									Р	Р	Р						
Междуэтажные перекрытия по балкам	д	д									Р	Р	Р						
Перекрытия по балкам над холодными подвалами	д	д									Р	Р	Р						
Железобетонные перекрытия, полы по лагам	д	д	д								Р	Р	Р				д		
«Плавающие» полы									Р	Р									
Акустические потолки	Р	Р	Р																
БАНИ И САУНЫ																			
Теплоизоляция стен бань и саун	д	д											д	Р	д				Р
Теплоизоляция перекрытий бань и саун	д	д											д	Р	д				Р
БАЛКОНЫ И ЛОДЖИИ																			
Теплоизоляция балкона/лоджии с использованием минеральной изоляции	д	д	д										Р	Р					
ПРОМЫШЛЕННАЯ ИЗОЛЯЦИЯ																			
Изоляция трубопроводов													д	д	д			Р	Р
Изоляция воздухопроводов	д	д	Р		д								д	д	д			Р	Р
Изоляция промышленного оборудования	д	д	Р		д								д	д	д			Р	Р
Шумозащитные экраны			д		Р		Р	Р	Р	Р									

Р – рекомендуемая область применения

д – допустимая область применения

Таблица 1.3 – Номинальные размеры изделий URSA

Наименование изделия	Марка изделия	Размер, мм		
		длина	ширина	толщина
Маты URSA GEO, PUREONE, TERRA	–	3000 ÷ 18000	600; 1200	50 ÷ 240
	41 RN	3000 ÷ 18000	600; 1200	50 ÷ 240
	40 RN (M-11)	3000 ÷ 18000	600; 1200	50 ÷ 240
	40 R-Alu (M-11Ф)	3000 ÷ 18000	600; 1200	50 ÷ 240
	37 RN (M-15)	3000 ÷ 18000	600; 1200	50 ÷ 240
	35 QN	3000 ÷ 18000	600; 1200	100 ÷ 200
	34 RN (M-25)	3000 ÷ 18000	600; 1200	25 ÷ 180
	34 R-Alu (M-25Ф)	3000 ÷ 18000	600; 1200	50 ÷ 240
Плиты URSA GEO, PUREONE, TERRA	37 PN (П-15)	1250	600; 610	50 ÷ 220
	36 PN	1250	600; 610	50 ÷ 220
	34 PN (П-20)	1250	600; 610	40 ÷ 220
	34 PFB	1250	600; 610	50; 100
	33 PN (П-30)	1250	600; 610	40 ÷ 200
	32 PFB ()	1250	600; 610	50; 100
	32 PN (П-35)	1250	600; 610	40 ÷ 160
	32 PN ER (П-45)	1250	600; 610	20; 25
	31 PN (П-60)	1250	600; 610	20; 25
	31 PN ER (П-75)	1250	600; 610	20 ÷ 60

Примечание:

1. По согласованию с заказчиком изделия минеральной изоляции URSA могут выпускаться других размеров.
2. Шаг типовых размеров для: матов по длине кратен – 50 мм, а плит – 10 мм; матов и плит по толщине – 20, 25, 30 мм и далее через каждые 10 мм.

Таблица 1.4 – Предельные отклонения от номинальных размеров изделий URSA

Наименование изделия	Значение предельного отклонения			
	по длине	по ширине	по толщине	класс по толщине
Маты URSA GEO, PUREONE, TERRA	±1,5 %	±1,5 %	–5 % или –5 мм ^а +15 % или +15 мм ^б	T2
Плиты URSA GEO, PUREONE, TERRA 37 PN (П-15), 36 PN (Универсальные плиты), 34 PN (П-20)	±1,0 %	±1,0 %	–5 % или –5 мм ^а +15 % или +15 мм ^б	T2
Плиты URSA GEO, PUREONE, TERRA 32 PN ER (П-45), 31PN (П-60), 31 PN ER (П-75)	±1,0 %	±1,0 %	±3 мм	–
Плиты URSA GEO, PUREONE, TERRA 34 PFB (ФАСАД НГ), 32 PFB (ФАСАД Г-1), 33 PN (П-30), 32 PN ER (П-35)	±1,0 %	±1,0 %	–3 % или –3 мм ^а +10 % или +10 мм ^б	T3

Примечание:

^а Выбирают наибольшее значение допуска;

^б Выбирают наименьшее значение допуска

1.1.2. ПЛИТЫ ИЗ ЭКСТРУДИРОВАННОГО ПЕНОПОЛИСТИРОЛА

В качестве теплоизоляции различных ограждающих конструкций зданий и сооружений применяют плиты полистирольные, вспененные экструдированные URSA XPS с добавлением антипирена и без него. Плиты URSA XPS применяют в диапазоне температур от минус 50 до плюс 75 °С.

Плиты URSA XPS не должны применяться для отделки путей эвакуации людей непосредственно наружу или в безопасную зону.

Плиты URSA XPS имеют следующие условные обозначения:

- наименование торговой марки: «URSA»;
- буквенного обозначения вида изделия «XPS»;
- марки изделия в виде буквенного обозначения N, обозначающего то, что URSA XPS производится с использованием экологически чистой технологии вспенивания;
- через дефис от буквенного обозначения N цифровое обозначение кратковременной распределенной нагрузки II – для нагрузки 150 кПа, III – для нагрузки 250 кПа или V – для нагрузки 500 кПа;
- через дефис в случае наличия в материале марки N-III антипирена добавляется символ G3 (плиты марки N-V выпускают без добавления антипирена);
- через дефис буквенное обозначение формы канта боковых и торцевых граней плит: I – прямой, L – в четверть (рисунок 1);
- через дефис размеры по длине, ширине и толщине в миллиметрах;
- обозначение ТУ.

Пример условного обозначения изделия:

URSA XPS N-III-L-1180-600-50 ТУ 22.21.41–017–71451657–2019 – плиты полистирольные вспененные экструдированные, выдерживающие кратковременную распределенную нагрузку

250 кПа, без антипирена и прямой формой канта, длиной 1180 мм, шириной 600 мм и толщиной 50 мм, выпускаемые по ТУ 22.21.41–017–71451657–2019.

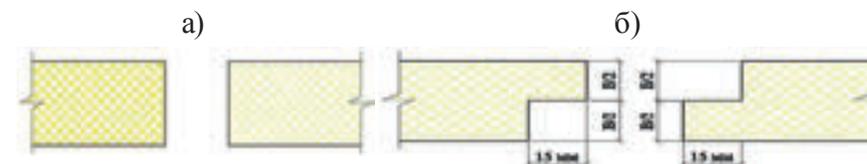


Рисунок 1 – Формы канта боковых и торцевых граней плит а) I – прямой; б) L – в четверть

Номинальные размеры плит URSA XPS выпускаются: по длине – 1180, 1250 мм и 2500 мм; по ширине – 600 мм; по толщине – 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80 и 100 мм.

Если у плиты форма канта выполнена в четверть (L), то полная ширина плиты составляет 615 мм, а полезная ширина 600 мм.

Плиты URSA XPS по согласованию с потребителем могут быть изготовлены по длине – 1000–4500 мм с шагом, кратным 50 мм; по толщине – 20–100 мм с шагом, кратным 5 мм.

Предельные отклонения от номинальных размеров плит URSA XPS приведены в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Предельные отклонения от номинальных размеров плит URSA XPS

Наименование показателя	Номинальные размеры, мм	Предельные отклонения от размеров, мм
Длина	не более 2500	±5
	более 2500	±10
Ширина	600	±2
Толщина	20–50	±1,5
	55–100	±2

Физико-механические характеристики плит URSA XPS приведены в таблице 1.6.

Таблица 1.6 – Физико-механические характеристики плит URSA XPS

Наименование показателя	Марка плиты			
	N-III-G3	N-II	N-III	N-V
Плотность, кг/м ³	от 22 до 32	от 20 до 26	от 22 до 32	от 28 до 38
Декларируемая теплопроводность при температуре 10 °С, λd, Вт/(м·°К), не более, при толщине:				
	20 - 60 мм 0,030	0,030	0,030	0,030
65 - 120 мм	0,032	0,032	0,032	0,032
Предел прочности при сжатии при 10% деформации, кПа, не менее	250	150	250	500
Водопоглощение за 24 ч, % по объему, не более	0,3	0,3	0,3	0,3
Горючесть	Г3	Г4	Г4	Г4
Воспламеняемость	В2	В2	В2	В2
Дымообразующая способность	Д3	Д3	Д3	Д3
Токсичность продуктов горения	Т2	Т2	Т2	Т2

1.1.3. ВЕТРО-ГИДРОЗАЩИТНЫЕ МЕМБРАНЫ И ПАРОИЗОЛЯЦИЯ

Для предотвращения продувания и намокания теплоизоляции применяют ветро-гидрозащитные мембраны URSA SECO, а для защиты от паропроницаия – пароизоляционные пленки URSA SECO. Область применения и технические характеристики материалов URSA SECO приведены в таблицах 1.7 и 1.8.

Таблица 1.7 – Область применения материалов URSA SECO

Варианты применения	При монтаже снаружи	При монтаже изнутри
Утепленные скатные крыши с одним вентиляционным зазором	AM	B, D
Утепленные скатные крыши с двумя вентиляционными зазорами	D	B, D
Утепленные стены под сайдинг, каркасные стены	A, AM	B, D
Вентилируемые фасады	A	B
Неутепленные крыши	D	-
Гидроизоляция полов влажных помещений (под стяжку)	-	D
Утепленные цокольные и чердачные перекрытия	A	B, D

Таблица 1.8 – Технические характеристики материалов URSA SECO

URSA SECO	Длина, м	Ширина, м	Площадь, м ²	Вес, гр/м ²	Паропроницаемость, г/м ² (24 часа)	Водоупорность, мм вод. столба
A	40	1,5	60	100±10%	≥2300	≥230
AM	40	1,5	60	100±5%	≥850	≥1000
B	40	1,5	60	65±5%	≤10	≥1000
D	40	1,5	60	90±5%	≤10	≥1000

Для проклейки и уплотнения стыков ветро- гидрозащитной мембраны и пароизоляционных материалов, а также приклеивания их к вертикальным поверхностям на торцевых участках применяют самоклеящиеся ленты компании DuPont, приведенные в таблице 1.9.

Таблица 1.9 – Область применения самоклеящихся лент компании DuPont

Варианты применения	Акриловая лента	Односторонняя металлизированная лента	Двусторонняя акриловая лента	Бутиловая лента	Flexwrap
URSA SECO A	*		*	*	*
URSA SECO AM	*		*	*	*
URSA SECO B	*		*	*	*
URSA SECO D	*	*	*	*	
МАТЕРИАЛЫ ОСНОВАНИЯ					
Каменная/кирпичная кладка/бетон/трех-слойная штукатурка	*	*	*	*	*
Кирпич/строительный блок/бетон				*	*
Гипсокартон	*	*	*	*	*
Водосточный желоб			*	*	
Оконные/дверные проемы	*	*	*	*	*
Металлические поверхности	*	*	*	*	*
Каркас деревянный (невыровненная поверхность)			*	*	
Каркас деревянный (выровненная поверхность)	*	*	*	*	*
ДЕТАЛИ					
Выводы труб (пластиковые)	*	*			*
Выводы труб (металлические)	*	*			*
Дымоходы				*	*
Дымоходы (с углами)	*	*			*
ДРУГОЕ					
Ремонт повреждений	*	*			
Места расположения от гвоздей ¹				*	
Нахлесты	*	*	*		*

¹ – под рейкой

1.2. ИНСТРУКЦИИ И ПРИМЕРЫ РАСЧЕТОВ

Инструкция по монтажу мембраны URSA SECO

Ветро- гидрозащитные мембраны URSA SECO (А, АМ) монтируют с соблюдением следующих требований:

- Мембрану стыкуют внахлест. При этом верхнее полотно мембраны должно перекрывать нижнее полотно на ширину не менее 100 мм. По вертикали ширина нахлестки полотнищ должна быть не менее 150 мм.

- Мембрану URSA SECO укладывают снизу вверх, раскатывая ее перпендикулярно стойкам каркаса, закрепляя ее на 100 мм ниже последнего элемента конструкции каркаса.

- Мембрану к стойкам каркаса закрепляют скобами из нержавеющей стали или гвоздями, устойчивыми к коррозии.

Крепежные элементы устанавливают со следующим шагом:

- по горизонтали, по стойкам каркаса, но не менее 500 мм;

- по вертикали, по каркасу – 300 мм;

- в местах расположения проемов – 150 мм;

- в месте соединения двух полотен мембраны – 150 мм.

- Для дополнительного крепления мембраны и обеспечения вентиляционного зазора устанавливают контробрешетку, закрепляемую к каркасу гвоздями с широкой шляпкой.

- При монтаже мембраны URSA SECO на внешних углах здания полотно мембраны заводят на угол на ширину не менее 300 мм.

- Монтаж мембраны в местах оконных и дверных проемов выполняют следующим образом: мембрану раскатывают поверх оконных или дверных проемов и делают в мембране Х-образную прорезь, после чего углы мембраны загибают назад. Для обеспечения надежного прилегания мембраны к углам применяют одностороннюю акриловую ленту, бутиловую ленту или специальную ленту.

- В верхнем уровне оконных проемов, в уровне поясков или цокольной части здания мембрану заводят на капельник.

- Для обеспечения полной герметичности ветро- гидрозащитного слоя и предотвращения потери тепла в результате конвекции через горизонтальные и вертикальные нахлесты мембран, оконные и дверные проемы рекомендуется проклеить клейкими лентами, например, акриловой лентой односторонняя, бутиловая лента двусторонняя и/или специальной лентой.

- Любое повреждение в мембране должно быть незамедлительно заделано с помощью акриловой ленты (односторонняя).

Повреждения больших размеров должны быть заделаны заплатками из мембраны. В случае повреждения большой площади мембраны ее необходимо полностью заменить.

Инструкция по монтажу пароизоляции URSA SECO

Пароизоляционные плёнки URSA SECO (B, D) монтируют с соблюдением следующих требований:

- Монтаж пароизоляционного слоя выполняют до осуществления внутренней отделки помещения.

- Пароизоляцию укладывают на поверхность, обеспечивая нахлест полотнищ не менее 100 мм.

- В местах стыка потолок/пол при наличии выступающих из плоскости стены балок, коммуникаций, электрических розеток или других элементов делают прорези в мембране для пропуска данных элементов, выравнивают мембрану, а затем проклеивают данные места акриловой лентой (односторонней) или специальной лентой.

- Для создания герметичного контура пароизоляцию URSA SECO закрепляют в уровне пола и потолка бутиловой лентой (двусторонней).

- В местах примыкания пароизоляции к оконным и дверным проемам ее заводят под оконный/дверной откос и закрепляют на

деревянном каркасе с помощью акриловой ленты (односторонняя) или бутиловой ленты (двусторонняя).

Пароизоляция может быть прижата деревянным каркасом, если оконный/дверной элемент устанавливается после монтажа пароизоляции.

- Проемы окон и дверей рекомендуется дополнительно обработать клейкими лентами, например, акриловой лентой односторонней, бутиловой лентой двусторонней и/или специальной лентой

- Небольшие повреждения пароизоляции следует заделывать незамедлительно с помощью акриловой ленты (односторонняя).

Повреждения больших размеров следует заделывать с помощью заплатки из пароизоляции, закрепленной клейкой лентой. Если повреждена большая площадь пароизоляции, ее необходимо полностью заменить.

ПРИМЕРЫ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ РАСЧЕТОВ ОГРАЖДАЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ФАСАДА ЖИЛОГО ЗДАНИЯ

Жилое здание в г. Санкт-Петербург. Стены из газобетона толщиной 400 мм; теплоизоляционный слой – плиты URSA TERRA 34 PN, облицованные кирпичом. Требуется рассчитать толщину теплоизоляционного слоя при трехслойной кладке (рис. 1)

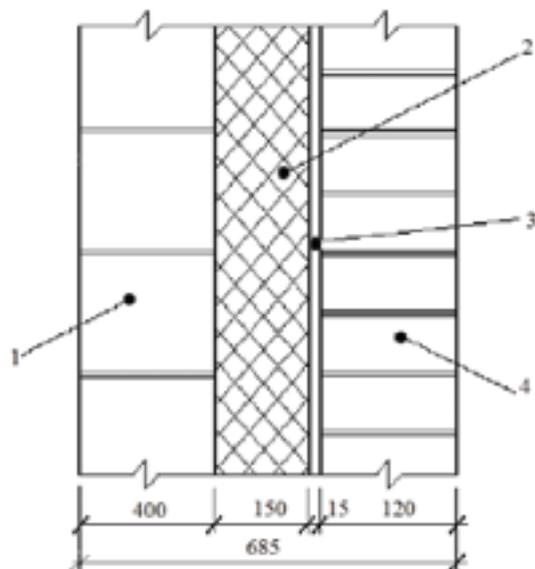


Рис. 1

1 – газобетонные блоки «Аегос» D 600, размеры (ДхШхВ) 600х400х250 мм; коэффициент теплопроводности блока шириной 400 мм – $\lambda_{1Б} = 0,35$ Вт/(м·°С);
2 – теплоизоляционный материал – плиты URSA TERRA 34 PN, толщиной δ ; коэффициент теплопроводности $\lambda_{2Б} = 0,038$ Вт/(м·°С);

3 – технологический зазор (невентилируемая воздушная прослойка); температурное сопротивление $R_3 = 0,15$ (м·°С)/Вт;
4 – керамический кирпич облицовочный, «Коралл Твид», размер (ДхШхВ) 250х120х65 мм; коэффициент теплопроводности $\lambda_{3Б} = 0,34$ Вт/(м·°С);

Расчетные коэффициенты теплопроводности λ , Вт/(м·°С) приняты по таблице Т.1 /1/.

Требуемое сопротивление теплопередаче стены является функцией числа градусо-суток отопительного периода (D_d):

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) \cdot Z_{ht}$$

где: t_{int} – расчетная температура внутреннего воздуха жилых помещений равна 20 °С /1/;

t_{ht} , Z_{ht} – средняя температура (-1,8 °С) и продолжительность (220 сут.) периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8 °С /1/. При данных значениях температуры и продолжительности отопительного периода, градусо-сутки отопительного периода составляют

$$D_d = (20 - (-1,8)) \cdot 220 = 4796$$

Значение R_{req} для величины D_d , отличающейся от табличных, таблица 3 /1/ п.1 – жилые, лечебно-профилактические детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития, определяется по формуле

$$R_{req} = a \cdot D_d + b$$

где $a = 0,00035$; $b = 1,4$.

Нормируемое сопротивление теплопередаче R_{req} составляет 3,07 м² °С/Вт.

Расчет общего сопротивления теплопередаче R_0 трехслойной конструкции стены, рис. 1

Общее сопротивление теплопередаче R_0 трехслойной ограждающей конструкции с однородными слоями определяется соотношением

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{int}} + \frac{h_1}{\lambda_{1Б}} + \frac{\delta}{\lambda_{2Б}} + R_3 + \frac{h_4}{4} + \frac{1}{\alpha_{ext}}, \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

где $\alpha_{int} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ и $\alpha_{ext} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{°C})$ – коэффициенты теплоотдачи внутренней и наружной поверхности стены /1/. Нумерация слагаемых в формуле соответствует нумерации слоев, приведенной на рисунке 1.

Общее сопротивление теплопередаче R_0 равно

$$R_0 = 1,8 + \frac{\delta}{0,038}; \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}; \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$$

Толщину теплоизоляционного слоя находим из условия:

$$R_{req} \leq R_0$$

Общее сопротивление теплопередаче зависит не только от характеристики материалов и толщины слоев, составляющих ограждение, но и от наличия внутренних связей в конструкции, являющихся теплопроводными включениями, а также от того, как и какие именно прочие ограждения примыкают к расчетному. Эти факторы учитываются с помощью коэффициента теплотехнической однородности r , который может быть рассчитан как произведение коэффициентов, оценивающих различные факторы, возмущающие однородное температурное поле:

$$r = r_1 \cdot r_2 \cdot r_3$$

где r_1, r_2, r_3 – коэффициенты оценки внутренних креплений в ограждении и примыкания других ограждений к расчетному.

Оценка коэффициента r_1 связана с расчетом трехмерного температурного поля неоднородного ограждения. Так, например, для трехслойных стен с наружным кирпичным слоем и теплоизоляционным слоем толщиной 100 мм с прямым анкерным креплением при внутреннем ячеистобетонном слое плотностью 600 кг/м³ коэффициент $r_1 = 0,78$.

Наличие оконных откосов в стенах, опорных «стаканов» зенитных фонарей в покрытиях, вытяжных вентиляционных шахт оценивается коэффициентом $r_2 = 0,90$.

Коэффициент r_3 учитывает теплопроводность газобетонных блоков с цементными или клеевыми швами кладки. Цементные и клеевые швы имеют теплопроводность значительно более высокую, чем массив материала, и, следовательно, сопротивление теплопередаче слоя уменьшается. При кладке газобетонных блоков D 600 на клею (толщина шва 2 мм) коэффициент теплотехнической однородности $r_3 = 0,96$, при кладке газобетонных блоков D 600 на растворе (толщина шва 10 мм) коэффициент теплотехнической однородности $r_3 = 0,82$.

При коэффициенте теплотехнической однородности $r_3 = 0,96$ результирующее значение r составляет 0,674.

Толщина теплоизоляционного материала определяется из соотношения

$$(R_{req} - R_0) \cdot \frac{\lambda_{2Б}}{r} = \delta,$$

и при $r = 0,674$ она равна

$$\delta = (3,07 - 1,8) \frac{0,038}{0,674} = 0,072 \text{ м}$$

При коэффициенте теплотехнической однородности $r_3 = 0,82$ результирующее значение r составляет 0,576. При этом значении r толщина теплоизоляционного материала равна

$$\delta = (3,07 - 1,8) \frac{0,038}{0,576} = 0,084 \text{ м}$$

Полученные значения округляются до ближайшего целого значения в большую сторону, исходя из номенклатуры толщин теплоизоляционных плит URSA TERRA 34 PN, выпускаемых производителем: 50, 100 мм. Выбираем толщину теплоизоляционного слоя 100 мм.

Тогда общее сопротивление теплопередаче R_0 будет равно

$$R_0 = 1,8 + \frac{0,1}{0,038} = 4,43 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$$

С учетом коэффициента теплотехнической однородности $\gamma = 0,674$ сопротивление теплопередаче составит

$$R'_0 = R_0 \cdot \gamma = 4,43 \cdot 0,674 = 2,99 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$$

При $\gamma = 0,576$ сопротивление теплопередаче равно

$$R'_0 = R_0 \cdot \gamma = 4,43 \cdot 0,576 = 2,55 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$$

Результаты расчетов показывают, что общее сопротивление теплопередаче R_0 не соответствует требуемому сопротивлению теплопередаче R_{req} , при толщине теплоизоляционного слоя 100 мм и значениях $\gamma = 0,674$ и $0,576$.

Возможны следующие варианты выполнения условия $R_{\text{req}} \leq R_0$:

– использовать теплоизоляционный материал с меньшим коэффициентом теплопроводности $\lambda_{2Б}$;

– использовать исходный теплоизоляционный материал URSA TERRA 34 PN с коэффициентом теплопроводности $\lambda_{2Б} = 0,038 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ при толщине теплоизоляционного слоя 150 мм, образованного двумя слоями теплоизоляционного материала.

При использовании теплоизоляционного материала URSA TERRA 34 PN с коэффициентом теплопроводности $\lambda_{2Б} = 0,038 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$ толщиной теплоизоляционного слоя 150 мм общее сопротивление теплопередаче R_0 будет равно

$$R_0 = 1,8 + \frac{0,15}{0,038} = 5,74 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$$

С учетом коэффициента теплотехнической однородности $\gamma = 0,674$ сопротивление теплопередаче составит

$$R'_0 = R_0 \cdot \gamma = 5,74 \cdot 0,674 = 3,87 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$$

При $\gamma = 0,576$ сопротивление теплопередаче равно

$$R'_0 = R_0 \cdot \gamma = 5,74 \cdot 0,576 = 3,31 \text{ м}^2 \text{ }^\circ\text{C/Вт}$$

Вывод: теплотехнический расчет трехслойной кладки наружных стен жилого дома в г. Санкт-Петербурге с использованием теплоизоляционного материала URSA TERRA 34 PN, газобетонных блоков D 600 толщиной 400 мм, облицовочного кирпича толщиной 120 мм показывает, что нормируемое сопротивление теплопередаче R_{req} обеспечивается при толщине теплоизоляционного слоя 150 мм, образованного двумя слоями теплоизоляционного материала с коэффициентом теплопроводности $\lambda_{2Б} = 0,038 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$, при коэффициентах теплотехнической однородности ограждающей конструкции $\gamma = 0,674$ и $0,576$.

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ НАВЕСНОГО ВЕНТИЛИРУЕМОГО ФАСАДА ЖИЛОГО ЗДАНИЯ

Реновация домов серии 515/5 в г. Москве. Требуется выполнить теплотехнический расчет навесного вентилируемого фасада (НВФ), устанавливаемого на существующую стену из шлакоце-рамзитобетонных панелей. Требуется определить толщину теплоизоляционного слоя для обеспечения требований тепловой защиты здания.

Конструкция стены

1 – штукатурка толщиной $h_1 = 0,02 \text{ м}$; коэффициент теплопроводности – $\lambda_{1Б} = 0,76 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$;

2 – шлакоце-рамзитобетонные панели толщиной $h_2 = 0,4 \text{ м}$; коэффициент теплопроводности – $\lambda_{2Б} = 0,67 \text{ Вт/(м}^\circ\text{C)}$;

3 – теплоизоляционный материал – плиты URSA TERRA 34 PN, толщиной δ ; коэффициент теплопроводности $\lambda_{3Б} = 0,038$ Вт/(м·°C);

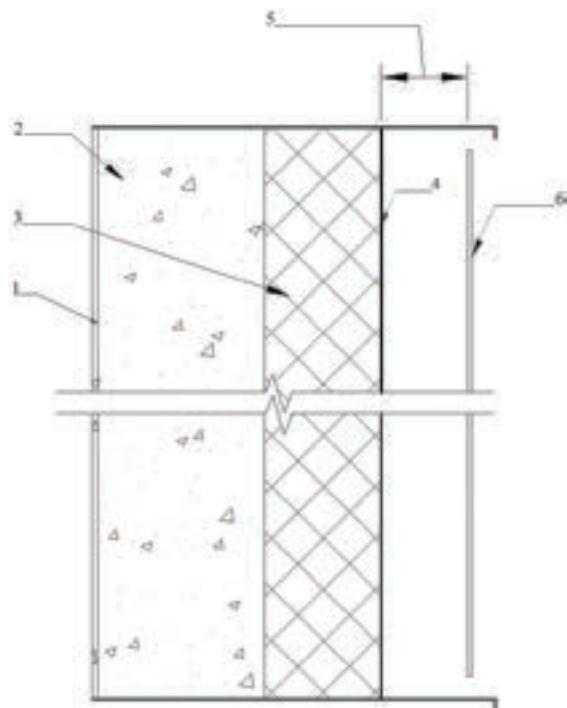


Рис. 2

4 – паропроницаемый ветрозащитный материал с возможностью влагозащиты URSA SECO A, толщиной 100 мкм;
5 – вентилируемый воздушный зазор толщиной $h_5 = 0,15$ м, температурное сопротивление $R_4 = 0,18$ (м·°C)/Вт;
6 – фасадная панель из пенополиуретана, толщиной $h_6 = 0,04$ м; коэффициент теплопроводности $\lambda_{6Б} = 0,05$ Вт/(м·°C).

Требуемое сопротивление теплопередаче стены является функцией числа градусо-суток отопительного периода (D_d):

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) \cdot Z_{ht},$$

где: t_{int} – расчетная температура внутреннего воздуха жилых помещений равна 20 °C /1/;

t_{ht} , Z_{ht} – средняя температура (-3,1 °C) и продолжительность (214 сут.) периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8 °C /1/. При данных значениях температуры и продолжительности отопительного периода, градусо-сутки отопительного периода составляют

$$D_d = (20 - (-3,1)) \cdot 214 = 4943,4$$

Значение R_{req} для величины D_d , отличающейся от табличных, таблица 3 /1/ п.1 – жилые, лечебно-профилактические детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития, определяется по формуле

$$R_{req} = a \cdot D_d + b,$$

где $a = 0,00035$; $b = 1,4$.

Нормируемое сопротивление теплопередаче R_{req} составляет 3,13 м² °C/Вт.

Расчет общего сопротивления теплопередаче R_0 трехслойной конструкции стены, рис. 2

Общее сопротивление теплопередаче R_0 ограждающей конструкции с однородными слоями определяется соотношением

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{int}} + \frac{h_1}{\lambda_{1Б}} + \frac{h_2}{\lambda_{2Б}} + \frac{\delta}{\lambda_{3Б}} + R_5 + \frac{h_6}{\lambda_{6Б}} + \frac{1}{\alpha_{ext}}, \text{ м}^2 \text{ °C/Вт}$$

где $\alpha_{int} = 8,7$ Вт/(м² · °C) и $\alpha_{ext} = 23$ Вт/(м² · °C) – коэффициенты теплоотдачи внутренней и наружной поверхности стены /1/.

Общее сопротивление теплопередаче R_0 равно

$$R_0 = 1,762 + \frac{0,1}{0,038}, \text{ м}^2 \text{ °C/Вт},$$

Толщину теплоизоляционного слоя находим из условия:

$$R_{req} \leq R_0$$

Наличие внутренних связей многослойной ограждающей конструкции, являющихся теплопроводными включениями, учитывается с помощью коэффициента теплотехнической однородности γ .

Для различных ограждений величина коэффициента теплотехнической однородности в зависимости от их конструкции колеблется в пределах 0,6—0,98.

Для трехслойных стен с слоем теплоизоляционного материала с прямым анкерным креплением (крепление в шов кладки через 6 слоев по вертикали, шаг по горизонтали — 600 мм, диаметр анкера не более 6 мм) наименьшее значение γ_1 равно 0,75 при толщине теплоизоляционной плиты 200 мм. Используем это значение в дальнейших расчетах.

Также необходимо учесть, что применение мастик, клеев-герметиков для заделки швов между панелями приводит к нарушению однородности данного слоя в многослойной ограждающей конструкции и снижению сопротивления теплопередаче. Наличие внутренних связей этого слоя учитывается коэффициентом теплотехнической однородности γ_2 , равного 0,88.

Результирующее значение коэффициента теплотехнической однородности γ определяется произведением коэффициентов γ_1 и γ_2 и составляет 0,66.

С учетом результирующего значения коэффициента γ толщина теплоизоляционного материала определяется соотношением

$$(R_{req} - R_0) \cdot \frac{\lambda_{3Б}}{\gamma} = \delta,$$

и при значении $\gamma = 0,66$ равна

$$\delta = (3,13 - 1,762) \frac{0,038}{0,66} = 0,79 \text{ м}$$

Полученное значение толщины теплоизоляционного материала округляется до ближайшего целого значения в большую сторону исходя из номенклатуры толщин теплоизоляционных плит URSA TERRA 34 PN, выпускаемых производителем: 100 мм. Тогда общее сопротивление теплопередаче R_0 будет равно

$$R_0 = 1,762 + \frac{0,1}{0,038} = 4,39 \text{ м}^2 \text{ °C/Вт}$$

С учетом коэффициента теплотехнической однородности $\gamma = 0,66$ сопротивление теплопередаче составит

$$R_0 \cdot \gamma = 4,39 \cdot 0,66 = 2,89 \text{ м}^2 \text{ °C/Вт}$$

Как видно из результата расчетов, выполнение условия $R_{req} \leq R_0$ не обеспечивается при использовании теплоизоляционного материала URSA TERRA 34 PN толщиной 100 мм и коэффициенте теплопроводности $\lambda_{3Б} = 0,038 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$.

Для выполнения условия $R_{req} \leq R_0$ можно использовать следующие варианты:

- применить теплоизоляционный материал толщиной 100 мм с меньшим коэффициентом теплопроводности $\lambda_{3Б}$;
- использовать исходный теплоизоляционный материал URSA TERRA 34 PN с коэффициентом теплопроводности $\lambda_{2Б} = 0,038 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$ при толщине теплоизоляционного слоя 150 мм, образованного двумя слоями теплоизоляционного материала.

При использовании теплоизоляционного материала URSA TERRA 34 PN с коэффициентом теплопроводности $\lambda_{2Б} = 0,038 \text{ Вт/(м} \cdot \text{°C)}$ толщиной теплоизоляционного слоя 150 мм общее сопротивление теплопередаче R_0 будет равно

$$R_0 = 1,762 + \frac{0,15}{0,038} = 5,71 \text{ м}^2 \text{ °C/Вт}$$

С учетом коэффициента теплотехнической однородности $\gamma = 0,66$ сопротивление теплопередаче составит

$$R'_0 = R_0 \quad r = 5,71 \quad 0,66 = 3,77 \text{ м}^2 \text{ °C/Вт},$$

что обеспечивает выполнение условия $R_{\text{req}} \leq R_0$.

Вывод: теплотехнический расчет навесного вентилируемого фасада, устанавливаемого на существующую стену из шлакоце-рамзитобетонных панелей жилого дома серии 515/5 в г. Москве с использованием теплоизоляционного материала URSA TERRA 34 PN показывает, что выполнение требования по сопротивле-нию теплопередаче обеспечивается при толщине теплоизоляци-онного слоя 150 мм, образованного двумя слоями теплоизоляци-онного материала.

ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ СТЕНЫ ЖИЛОГО ЗДА- НИЯ ПО ЗАЩИТЕ ОТ ПЕРЕУВЛАЖНЕНИЯ

Жилое здание в г. Москве. Стены из газобетона толщиной 400 мм; теплоизоляционный слой из теплоизоляционного материа- ла – плит URSA TERRA 34 PN, облицованных кирпичом. Зона влажности – нормальная. Влажностный режим помещений – нормальный. Условия эксплуатации ограждающей конструк- ции – А.

Требуется определить необходимую толщину теплоизоляци- онного слоя и выполнение требований по защите от переувлаж- нения ограждающей конструкции.

Конструкция стены

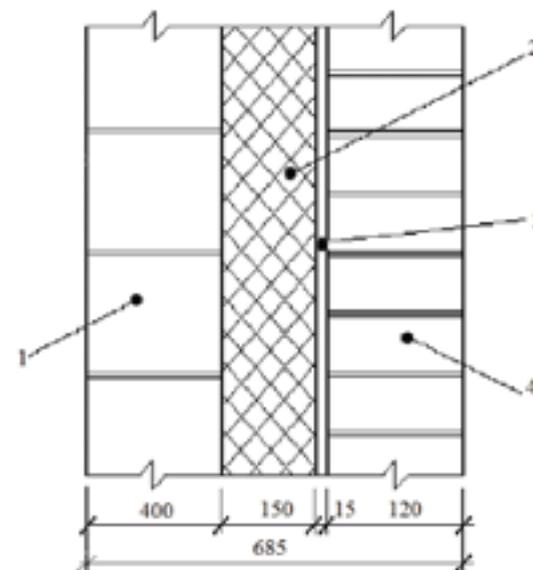


Рис. 3

- 1 – газобетонные блоки «Аерос» D600, размер (ДхШхВ) 600х400х250 мм; ширина блока 400 мм;
- 2 – теплоизоляционный материал URSA TERRA 34 PN, толщиной δ ;
- 3 – технологический зазор (невентилируемая воздушная прослойка);
- 4 – керамический кирпич облицовочный, «Коралл Твид», размер (ДхШхВ) 250х120х65 мм; толщина 120 мм.

Теплотехнические характеристики материалов ограждения приведены в таблице 1, нумерация материалов соответствует приведенной на рисунке 3.

Таблица 1

№ п/п	Наименование материала	Толщина h, м	Плотность ρ, кг/м³	Коэффициент теплопроводности λ, Вт/(м·°С)	Сопrotивление теплопроводности R, (м²·°С)/Вт	Паропроницаемость μ, мг/м·ч·Па	Предельно допустимое приращение влажности в материале, % по массе
1	Газобетонные блоки D 600	0,4	600	0,35	1,143	0,17	12
2	Материал URSA TERRA 34 RN PRO	0,15	30	0,038	4,054	0,384	3
3	Невентилируемая воздушная прослойка				0,15		
4	Кирпич облицовочный	0,12	1600	0,34	0,353	0,14	2

Требуемое сопротивление теплопередаче стены является функцией числа градусо-суток отопительного периода (D_d):

$$D_d = (t_{int} - t_{ht}) \cdot Z_{ht}$$

где: t_{int} – расчетная температура внутреннего воздуха жилых помещений равна 20 °С;

t_{ht} , Z_{ht} – средняя температура (-3,1 °С) и продолжительность (214 сут.) периода со средней суточной температурой воздуха ниже или равной 8 °С /1/. При данных значениях температуры и продолжительности отопительного периода, градусо-сутки отопительного периода составляют

$$D_d = (20 - (-3,1)) \cdot 214 = 4943,4$$

Значение R_{req} для величины D_d , отличающейся от табличных, таблица 3 /4/ п.1 – жилые, лечебно-профилактические детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития, определяется по формуле

$$R_{req} = a \cdot D_d + b,$$

где $a = 0,00035$; $b = 1,4$.

Нормируемое сопротивление теплопередаче R_{req} составляет 3,13 м² °С/Вт.

Общее сопротивление теплопередаче R_0 трехслойной ограждающей конструкции с однородными слоями определяется соотношением

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_{int}} + \frac{h_1}{\lambda_{1Б}} + \frac{h_3}{\lambda_{3Б}} + \frac{\delta}{\lambda_{2Б}} + \frac{1}{\alpha_{ext}}, \text{ м}^2 \text{ °С/Вт}$$

где $\alpha_{int} = 8,7$ Вт/(м²·°С) и $\alpha_{ext} = 23$ Вт/(м²·°С) – коэффициенты теплоотдачи внутренней и наружной поверхности стены /1/.

Общее сопротивление теплопередаче R_0 равно

$$R_0 = 1,8 + \frac{\delta}{0,038}; \text{ м}^2 \text{ °С/Вт}$$

Толщину теплоизоляционного слоя находим из условия:

$$R_{req} \leq R_0$$

Коэффициент теплотехнической однородности многослойной ограждающей конструкции берем из первого примера расчета, результирующее значение r которого составляет 0,674 – при кладке газобетонных блоков D 600 на клею ($r_3 = 0,96$) и 0,576 – при кладке газобетонных блоков D 600 на растворе ($r_3 = 0,82$).

Толщина теплоизоляционного материала определяется из соотношения

$$(R_{req} - R_0) \cdot \frac{\lambda_{2Б}}{r} = \delta,$$

и при $\gamma = 0,674$ она составляет

$$\delta = (3,13 - 1,8) \frac{0,038}{0,674} = 0,075 \text{ м}$$

При $\gamma = 0,576$ толщина теплоизоляционного материала равна

$$\delta = (3,13 - 1,8) \frac{0,038}{0,576} = 0,088 \text{ м}$$

Полученные значения толщины теплоизоляционного материала округляются до ближайшего целого значения в большую сторону, исходя из номенклатуры толщин теплоизоляционных плит URSA TERRA 34 PN, выпускаемых производителем – 100 мм.

Тогда общее сопротивление теплопередаче R_0 будет равно

$$R_0 = 1,8 + \frac{0,1}{0,038} = 4,43 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

С учетом коэффициента теплотехнической однородности $\gamma = 0,674$ сопротивление теплопередаче составит

$$R'_0 = R_0 \cdot \gamma = 4,43 \cdot 0,674 = 2,99 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

При $\gamma = 0,576$ сопротивление теплопередаче равно

$$R'_0 = R_0 \cdot \gamma = 4,43 \cdot 0,576 = 2,55 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Результаты расчетов показывают, что нормируемое сопротивление теплопередаче R_{req} , превышает общее сопротивление теплопередаче R_0 при толщине теплоизоляционного слоя 100 мм и значениях $\gamma = 0,674$ и $0,576$.

Видим, что полученные результаты аналогичны результатам первого примера, поэтому дальнейшие действия по выполнению условия $R_{\text{req}} \leq R_0$ в этом примере также совпадают с первым примером. Повторим их полностью.

Возможны следующие варианты выполнения условия $R_{\text{req}} \leq R_0$:

– использовать теплоизоляционный материал толщиной 100 мм с меньшим коэффициентом теплопроводности λ_b ;

– использовать исходный теплоизоляционный материал URSA TERRA 34 PN с коэффициентом теплопроводности $\lambda_{2Б} = 0,038 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$ при толщине теплоизоляционного слоя 150 мм, образованного двумя слоями теплоизоляционного материала.

При использовании теплоизоляционного материала URSA TERRA 34 PN с коэффициентом теплопроводности $\lambda_{2Б} = 0,038 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$ толщиной теплоизоляционного слоя 150 мм общее сопротивление теплопередаче R_0 будет равно

$$R_0 = 1,8 + \frac{0,15}{0,038} = 5,75 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

С учетом коэффициента теплотехнической однородности $\gamma = 0,674$ сопротивление теплопередаче составит

$$R'_0 = R_0 \cdot \gamma = 5,75 \cdot 0,674 = 3,88 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

При $\gamma = 0,576$ сопротивление теплопередаче равно

$$R'_0 = R_0 \cdot \gamma = 5,75 \cdot 0,576 = 3,31 \text{ м}^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{Вт}$$

Вывод: теплотехнический расчет фасада жилого дома в г. Москве трехслойной кладки стен с использованием теплоизоляционного материала URSA TERRA 34 PN, газобетонных блоков D 600 толщиной 400 мм, облицовочного кирпича толщиной 120 мм показывает, что:

Нормируемое сопротивление теплопередаче R_{req} обеспечивается при толщине теплоизоляционного слоя 150 мм, образованного двумя слоями теплоизоляционного материала, с коэффициентом теплопроводности $\lambda_b = 0,038 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$, при коэффициентах теплотехнической однородности ограждающей конструкции $\gamma = 0,674$ и $0,576$.

Защита от переувлажнения ограждающей конструкции. Выполнение требований по защите от переувлажнения ограждающей конструкции осуществляется методом сравнения сопро-

тивления паропрооницанию R_n ограждающей конструкции (в пределах от внутренней поверхности до плоскости максимального увлажнения) с наибольшим из следующих требуемых сопротивлений паропрооницанию:

– требуемого сопротивления паропрооницанию R_{n1}^{mp} (из условия недопустимости накопления влаги в ограждающей конструкции за годовой период эксплуатации), определяемого по формуле

$$R_{n1}^{tr} = \frac{(e_e - E_0)R_{пн}}{E - e_n}, (\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})/\text{мг}$$

где e_n - парциальное давление водяного пара внутреннего воздуха, Па, при расчетных температуре и относительной влажности воздуха в помещении;

e_n - среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха за годовой период, Па, определяемое по /3/ п.7.1, таблица 7.1: для Москвы -770 Па;

E - парциальное давление насыщенного водяного пара в плоскости максимального увлажнения за годовой период эксплуатации, Па;

$R_{пн}$ - сопротивление паропрооницанию, $(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})/\text{мг}$, части ограждающей конструкции, расположенной между наружной поверхностью ограждающей конструкции и плоскостью максимального увлажнения.

– требуемого сопротивления паропрооницанию R_{n2}^{mp} (из условия ограничения влаги в ограждающей конструкции за период с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха), определяемого по формуле

$$R_{n2}^{tr} = \frac{0,024 \cdot z_0(e_e - E_0)}{\rho_w h_w \Delta w + \eta}, (\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})/\text{мг}$$

где z_0 – продолжительность периода влагонакопления, сут., принимаемая равной периоду с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха по /3/;

E_0 – парциальное давление насыщенного водяного пара в плоскости максимального увлажнения, Па, определяемое при средней температуре наружного воздуха периода влагонакопления z_0 ;

ρ_w – плотность материала увлажняемого слоя, $\text{кг}/\text{м}^3$ смотри таблицу 1;

h_w – толщина увлажняемого слоя ограждающей конструкции, м, принимаемая равной 2/3 толщины однородной (однослойной) стены, $h_w = 0,66 \cdot h_1 = 0,66 \cdot 0,4 = 0,264$;

Δw – предельно допустимое приращение влажности в материале увлажняемого слоя, % по массе, за период влагонакопления z_0 , смотри таблицу 1;

η – коэффициент, определяемый по формуле

$$\eta = \frac{0,0024 (E_0 - e_{\text{нотр}}) \cdot z_0}{R_{пн}},$$

где $e_{\text{нотр}}$ – среднее парциальное давление водяного пара наружного воздуха периода месяцев с отрицательными среднемесячными температурами, Па, определяемое по /3/, равно 360 Па.

Сопротивление паропрооницанию R_n ограждающей конструкции от внутренней поверхности стены до плоскости максимального увлажнения определяется выражением

$$R_n = \sum_{i=1}^n \frac{h_i}{\mu_i}, (\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})/\text{мг}$$

h_i – толщина слоя ограждающей конструкции, м;

μ_i – расчетный коэффициент паропрооницаемости материала слоя ограждающей конструкции, $\text{мг}/(\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})$.

Для многослойных ограждающих конструкций с выраженным теплоизоляционным слоем допускается принимать плоскость максимального увлажнения на наружной границе теплоизоляционного материала при условии выполнения неравенства

$$\frac{\mu_{yt}}{\lambda_{yt}} \geq 2$$

В рассматриваемом примере, при использовании теплоизоляционного материала URSA TERRA 34 PN PRO, это соотношение равно

$$\frac{0,384}{0,038} = 10,1$$

что позволяет принять плоскость максимального увлажнения на наружной границе теплоизоляционного слоя.

Определим сопротивление паропрооницанию R_n ограждающей конструкции от внутренней поверхности стены до плоскости максимального увлажнения (смотри таблицу 1):

$$R_n = \frac{0,4}{0,17} + \frac{0,15}{0,384} = 2,74 \text{ (м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па)}/\text{мг.}$$

Для определения требуемого сопротивления паропрооницанию R_{n1}^{mp} требуется вычислить значения трех величин – e_b , R_{nn} и E .

Величина e_b определяется выражением

$$e_b = \frac{\varphi_b \cdot E_b}{100}, \text{ Па, где}$$

φ_b – относительная влажность внутреннего воздуха, в %, по /1/ – 55%;

E_b – парциальное давление насыщенного водяного пара, Па, при температуре внутреннего воздуха помещения 200 С, определяемое соотношением

$$E_b = 1,84 \cdot 10^{11} \exp - \frac{5330}{273 + 20} = 2315,1 \text{ Па}$$

Тогда значение e_b равно

$$e_b = \frac{55 \cdot 2315,1}{100} = 1273,3 \text{ Па}$$

Значение R_{nn} равно (смотри рис.1 и таблицу 1)

$$R_{nn} = \frac{h_4}{\mu_4} = \frac{0,12}{0,14} = 0,857 \text{ (м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па)}/\text{мг.}$$

Парциальное давление насыщенного водяного пара в плоскости максимального увлажнения за годовой период эксплуатации – E , определяется по формуле

$$E = \frac{E_1 z_1 + E_2 z_2 + E_3 z_3}{12}, \text{ Па, где}$$

z_1 – зимний период: количество месяцев, в течении которых средняя температура воздуха $t < -5$ °С;

z_2 – весенне-осенний период: количество месяцев, в течении которых средняя температура воздуха -5 °С $< t < 5$ °С;

z_3 – летний период: количество месяцев, в течении которых средняя температура воздуха $t > 5$ °С;

E_1, E_2, E_3 – парциальные давления насыщенного водяного пара в плоскости максимального увлажнения, соответственно зимнего, весенне-осеннего и летнего периодов, Па.

Для определения значений этих величин используем данные, приведенные в таблице 2 /3/.

Таблица 2

Месяц	Параметры наружного климата			
	Москва		Санкт-Петербург	
	$t_{\text{ext}}, ^\circ\text{C}$	φ_{ext}	$t_{\text{ext}}, ^\circ\text{C}$	φ_{ext}
Январь	-7,8	0,84	-6,6	0,86
Февраль	-7,1	0,81	-6,3	0,84
Март	-1,3	0,78	-1,5	0,78
Апрель	6,4	0,65	4,5	0,73
Май	13,0	0,58	10,9	0,66
Июнь	16,9	0,59	15,7	0,68
Июль	18,7	0,63	18,3	0,71
Август	16,8	0,68	16,7	0,77
Сентябрь	11,1	0,73	11,4	0,81
Октябрь	5,2	0,78	5,7	0,84
Ноябрь	-1,1	0,82	0,2	0,87
Декабрь	-5,6	0,85	-3,9	0,88

На основании этих данных определяем, что зимний период включает три месяца – декабрь, январь, февраль, $z_1 = 3$. Средняя температура за это период составляет

$$\overline{t_{\text{зп}}} = \frac{-(5,6+7,8+7,1)}{3} = -6,83 \text{ } ^\circ\text{C},$$

Значение E_1 определяется соотношением

$$E_1 = 1,84 \cdot 10^{11} \exp -\frac{5330}{273 - 6,83} = 369,9 \text{ Па}$$

Весенне-осенний период включает четыре месяца – март, апрель, ноябрь, октябрь, $z_2 = 4$. Средняя температура за это период составляет

$$\overline{t_{\text{воп}}} = \frac{-1,3+6,4+5,2-1,1}{4} = 2,3 \text{ } ^\circ\text{C},$$

Значение E_2 определяется соотношением

$$E_2 = 1,84 \cdot 10^{11} \exp -\frac{5330}{273 + 2,3} = 718,9 \text{ Па}$$

Летний период включает пять месяцев – май, июнь, июль. Август, сентябрь, $z_3 = 5$. Средняя температура за это период составляет

$$\overline{t_{\text{лп}}} = \frac{13+16,9+18,7+16,8}{5} = 13,08 \text{ } ^\circ\text{C},$$

Значение E_3 определяется соотношением

$$E_3 = 1,84 \cdot 10^{11} \exp -\frac{5330}{273 + 13,08} = 1562,7 \text{ Па}$$

Значение E равно

$$E = \frac{369,9 \cdot 3 + 718,9 \cdot 4 + 1562,7 \cdot 5}{12} = 983,23 \text{ Па}$$

Значение требуемого сопротивления паропрооницанию R_{n1}^{mp} равно

$$R_{n1}^{tr} = \frac{(e_b - E)R_{пн}}{E - e_n} = \frac{(770 - 983,2)0,8571}{983,2 - 1273,3} = 0,63 \text{ (м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па) / мг.}$$

Для определения требуемого сопротивления паропрооницанию R_{n2}^{mp} необходимо вычислить E_0 , которое зависит от z_0 – количества суток с отрицательными средними месячными температурами наружного воздуха. По таблице 2 находим количество месяцев с отрицательными температурами и определяем количество суток – 151. Средняя температура воздуха t_n за этот период равна

$$\overline{t_n} = \frac{-(7,8 + 7,1 + 1,3 + 1,1 + 5,6)}{5} = -4,58 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Затем определим температуру t_x на расстоянии от внутренней поверхности стены до плоскости максимального увлажнения x (это расстояние составляет 0,55 м, рис. 1), по формуле

$$t_x = t_B - \frac{t_B - \bar{t}_H}{R_0^{ysl}} R_x, \text{ где}$$

t_B – температура внутреннего воздуха, °С;

R_x – сопротивление теплопередаче части многослойной ограждающей конструкции от внутренней поверхности до плоскости, отстоящей от внутренней поверхности на расстоянии x , м²·°С/Вт, определяемое по формуле

$$R_x = \frac{1}{\lambda_B} + \sum_{i=1} \frac{h_i}{\lambda_i} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,4}{0,35} + \frac{0,15}{0,038} = 5,21 \text{ м}^2 \text{ °С/Вт.}$$

R_0^{ysl} условное сопротивление теплопередаче однородной многослойной ограждающей конструкции, м²·°С/Вт, определяемое по формуле

$$R_0^{ysl} = \frac{1}{\lambda_B} + \sum_{i=1} \frac{h_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\lambda_H} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,4}{0,35} + \frac{0,15}{0,038} + 0,15 + \frac{0,12}{0,34} + \frac{1}{23} = 5,75 \text{ м}^2 \text{ °С/Вт.}$$

Значение температуры t_x равно

$$t_x = t_B - \frac{t_B - \bar{t}_H}{R_0^{ysl}} R_x = 20 - \frac{20 - 4,58}{5,75} \cdot 5,21 = -2,27 \text{ °С.}$$

Определим E_0

$$E_0 = 1,84 \cdot 10^{11} \exp - \frac{5330}{273 - 2,27} = 565 \text{ Па}$$

Вычисляем коэффициент η

$$\eta = \frac{0,024(E_0 - e_{\text{нотр}})z_0}{R_{пн}} = \frac{0,024 \cdot (565 - 360)151}{0,857} = 86,68$$

Требуемое сопротивление паропроницанию R_{n2}^{tp} равно

$$R_{n2}^{tp} = \frac{0,024 \cdot z_0(e_e - E_0)}{\rho_w h_w \Delta_w + \eta} = \frac{0,024 \cdot 151(1273,3 - 565)}{30 \cdot 0,264 \cdot 3 + 86,68} = 2,32 \text{ (м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па)/мг.}$$

Сравнение наибольшего требуемого сопротивления паропроницанию R_{n2}^{tp} с сопротивлением паропроницанию R_n ограждающей конструкции показывает, что

$$R_n > R_{n2}^{tp}; \quad 2,74 \text{ (м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па)/мг} > 2,32 \text{ (м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па)/мг.}$$

Таким образом, требования по защите от переувлажнения ограждающей конструкции выполнены.

196191, Санкт-Петербург, Ленинский пр., д. 168

Тел. (812) 313-72-72

E-mail: ursa.russia@ursa.com

www.ursa.ru

Санкт-Петербург, 2019

