



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ
«ЗАВОД БАТИЗ»

г.Омск, р.п.Крутая Горка, Промплощадка №1
Телефон: (3812) 24-66-11, 25-53-60
<http://www.batis.ru/>

"УТВЕРЖДАЮ"
Генеральный директор
ООО «Завод БАТИЗ»

_____ Шалагинов М.В.
" __ " _____ 2006 г.

ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫЕ ИЗДЕЛИЯ ТМ «БАТИЗ»

РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ

Шифр: 6-06

Инв.№ подл.	
Подп. и дата	
Взам. инв. №	

Омск – 2006

Предисловие

1. РУКОВОДСТВО РАЗРАБОТАНО: ООО «Завод БАТИЗ».

2. ПРЕДНАЗНАЧЕНО: для монтажников, руководителей монтажных бригад, инженерно-технического персонала строительных и монтажных подразделений.

Руководство устанавливает общие правила, порядок проведения работ и конструктивные особенности утепления и изоляции строительных конструкций с применением материалов ТМ «БАТИЗ».

3. УТВЕРЖДЕНО: генеральным директором ООО «Завод БАТИЗ»

4. ВВОДИТСЯ В ДЕЙСТВИЕ: с 1 октября 2006 г.



6.2.2. Нормативные требования по уровню теплозащиты ограждающих конструкций	59
6.2.3. Расчет величины теплоизоляции ограждающих конструкций	66
7. Общие данные по устройству звукоизоляционных перегородок.	71
Список использованных источников	83
Приложения	85
Приложение А. Перечень обкладочных материалов, применяемых при производстве прошивных матов	86
Приложение Б. Схемы технических решений по применению теплоизоляционных материалов ТМ «БАТИЗ»	87

						6-06 / С	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		2



БАТИЗ

1. Принципиальное описание выпускаемой продукции

Торговая марка «БАТИЗ» – это марка высокоэффективной негорючей теплозвукоизоляцией из супертонкого базальтового волокна. Высокая гибкость, упругость и большая длина базальтовых супертонких волокон обеспечивает их прочное переплетение без ввода связующего. Базальтовые супертонкие волокна скрепляются друг с другом силами естественного сцепления.

Отсутствие связующего вещества наделяет изделия торговой марки «БАТИЗ» несколькими преимуществами.

Во-первых, связующее вещество начинает испаряться при температуре от +100 °С до +400 °С в зависимости от типа применяемого связующего. Это снижает температурный предел использования изделия. В то время как изделия торговой марки «БАТИЗ» могут применяться до температуры +1000 °С с сохранением своих свойств.

Во-вторых, разрушение, испарение веществ, скрепляющих между собой тонкие волокна, приводит к осыпанию, а соответственно к разрушению структуры и формы изделия. За счет физических сил, естественно скрепляющих между собой супертонкие волокна, изделия на их основе надолго сохраняют первоначальную форму.

Совокупное воздействие вибрации и высоких температур не снижает температурный предел применения изделий из супертонкого базальтового волокна. Стойкость к вибрации супертонких базальтовых волокон обусловлена их упругостью на изгиб и прочностью на излом в связи с гораздо меньшим растяжением наружных слоев при меньшем диаметре волокна. У базальтовых супертонких волокон толщина элементарного волокна 1-3 мкм, длина – более 50 мм. В то время как тонкое волокно получается короче (до 50 мм) и толще (от 5 до 15 мкм).

Необходимо отметить, что испарение связующего вещества отрицательно влияет на экологическую обстановку возле агрегатов и конструкций тепловой изоляции, использующих в качестве теплоизоляции изделия со связующим веществом.

Взак. инв. №									
							6-06 / 1		
Подп. и дата	Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			
	Разработал		Харламов Д.А.						
Инв.№ подл.			Лезашов Е.В.				Рекомендации по применению теплоизоляционных изделий ТМ «БАТИЗ»		
							Стандия	Лист	Листов
								1	4
							ООО «Завод БАТИЗ»		
							Раздел 1. Принципиальное описание выпускаемой продукции ТМ «БАТИЗ»		



БАТИЗ

1. ПРИНЦИПИАЛЬНОЕ ОПИСАНИЕ ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ

7

ния. Соответственно изделия ТМ «БАТИЗ» могут применяться в качестве изоляции любых помещений и конструкций вне зависимости от пожарной опасности.

Изделия из базальтового волокна не накапливают радиацию.

						6-06 / 1	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		3



Blank lined area for the principal description of the product.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	---------	------	--------	-------	------

**2. Сравнительные характеристики теплоизоляционных материалов**

В настоящее время около 60 % всей применяемой теплоизоляции представлено волокнистыми материалами – стеклянной, минеральной и базальтовой ватой на основе тонкого или супертонкого волокна.

Для получения стеклянной ваты смешивают песок, соду, известняки, некоторые химические добавки и получают так называемую шихту. Расплавленная шихта в процессе производства становится стеклом, из которого получают волокно. Затем в него вводят связующее вещество и формируют изделия.

Для получения минеральной ваты используют некоторые минеральные ископаемые (глины, доломиты и т.п.) с улучшающими добавками из горных пород (базальт, габбро, диабаз и др.). В минеральное волокно также вводят связующее вещество.

Базальтовую вату получают из расплава собственно базальта, а также некоторых близких к нему горных пород базальтовой группы без каких либо дополнений в виде синтетических или минеральных веществ. Для придания большей текучести базальтовых тонких волокон в расплав добавляют от 10 до 35 % известняка или заменяющего его материала (шихты), что делает волокно ослабленным к воздействию агрессивных сред и высоких температур. Такое волокно уже нельзя называть базальтовым и его зачастую называют минеральным волокном или минеральной ватой. В процессе его получения волокна формируются в массе беспорядочно, образуя рыхлую высокодисперсную структуру с большим количеством воздушных прослоек. Структура штапельных базальтовых волокон характеризуется их исходными элементарными диаметрами и беспорядочным рыхлым расположением. Пористость волокнистого материала зависит от диаметра волокон и степени их уплотнения в материале.

Взам. инв. №							6-06 / 2	Стадия	Лист	Листов
Инв.№ подл.	Разработал	Харламов Д.А.		№ док.	Подп.	Дата	Рекомендации по применению теплоизоляционных изделий ТМ «БАТИЗ» Раздел 2. Сравнительные характеристики теплоизоляционных материалов из базальтового волокна	ООО «Завод БАТИЗ»		
		Лезашов Е.В.								
Подл. и дата										



Производители плит на основе базальтового волокна мокрым способом (приготовление гидромассы) используют для уменьшения себестоимости продукции смесь тонкого и супертонкого волокна в соотношении 3:1. При получении полуфабриката плит методом гидропрессования большое количество волокон ломается в процессе распушивания и приготовления гидромассы, что отрицательно сказывается на прочности изделий. Плиты из базальтового супертонкого волокна легко формуются в отличие от плит из базальтового тонкого волокна. При смешении обоих типов волокон базальтовые супертонкие волокна становятся для тонкого волокна дополнительной связкой за счет внутреннего сцепления волокон.

У базальтовых супертонких волокон толщина элементарного волокна 1-3 мкм, длина – более 50 мм. В то время как тонкое волокно получается короче (до 50 мм) и толще (от 5 до 15 мкм). Стекловолокно, шлаковолокно и минеральное волокно также относят к тонким, так как средний диаметр этих волокон составляет от 4 до 12 мкм. Такая структура тонких волокон лишает изделие прочности, поэтому для связки тонких волокон применяются фенолформальдегидные или другие органические смолы в процентном содержании от 2 до 10 %.

Изделия из базальтового супертонкого волокна имеют высокую температуру применения. Минераловатные, стекловатные и изделия из тонкого базальтового волокна с использованием связующего применяются до температуры 400 ~ 600 °С, теплоизоляционные материалы из базальтового супертонкого волокна имеют температуру длительного применения 750 °С, краткосрочного – до 1000 °С. Кроме того, изделия из базальтового супертонкого волокна при смене температур, при повышении температуры и при циклическом воздействии температур не разрушаются и сохраняют свои технические характеристики и геометрические формы.

При применении волокон для теплоизоляции термического оборудования необходимо учитывать вибрацию. Процент структурных изменений различных волокон при одностороннем нагреве в течении трех часов с вибрацией частотой $\nu=50$ Гц и амплитудой $A=1$ мм приведен в таблице 2.1.

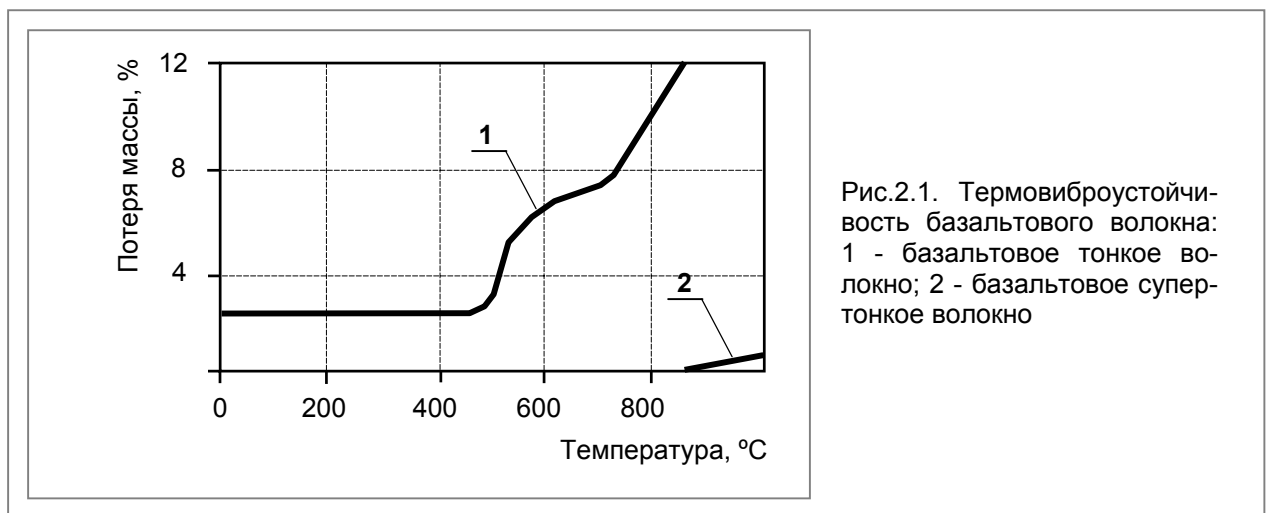
						6-06 / 2	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		2

Таблица 2.1

Процент структурных изменений различных волокон при одностороннем нагреве

Наименование волокон	Исходная толщина испытываемого образца, мм	Температура нагрева, °С				
		400	600	700	800	900
Базальтовое тонкое волокно	40	2,0	2,0	5,0	9,0	12,0
Стекловолокно	40	95	100	100	100	100
Базальтовое супертонкое волокно	40	0,01	0,15	0,23	0,03	0,35
Минеральное волокно	40	75	95	100	100	100
Шлаковолокно	40	100	100	100	100	100

Наиболее высокую термовиброустойчивость имеет базальтовое супертонкое волокно, обусловленное прежде всего его длиноволокнистой структурой, а также достаточной степенью сохранения эластичных и прочностных свойств ваты.



Коэффициент теплопроводности матов из базальтового волокна также зависит от диаметра волокна. При изменении диаметра от 0,6 до 20 мкм теплопроводность возрастает от 0,0237 до 0,375 Вт/(м·°C) при температуре +25 °C. Теплопроводность базальтовых волокон различной плотности в зависимости от температуры приведена в таблице 2.2.



Таблица 2.2

Теплопроводность базальтовых волокон различной плотности в зависимости от температуры

Средняя температура, °С	Теплопроводность волокна, Вт/(м·°С), плотностью, кг/м ³					
	60		80		100	
	БТВ	БСТВ	БТВ	БСТВ	БТВ	БСТВ
50	0,060	0,0475	0,057	0,0440	0,054	0,0460
100	0,072	0,0495	0,068	0,0490	0,062	0,0510
150	0,085	0,0555	0,081	0,0550	0,073	0,0560
200	0,105	0,0620	0,097	0,0605	0,086	0,0610
250	0,129	0,0695	0,117	0,0665	0,091	0,0765
300	0,166	0,0770	0,141	0,0720	0,118	0,0715

Низкая теплопроводность базальтового супертонкого волокна обусловлена ее высокоразвитой поверхностью, создающей огромное количество микропор, препятствующих конвекции и тепловому излучению воздуха. В базальтовом тонком волокне диаметром от 5 до 15 мкм размер микропор между волокнами увеличен, что приводит к усилению конвекционных потоков воздуха. Уменьшить теплопроводность базальтовых тонких волокон можно увеличением их плотности до 150 кг/м³, но не выше. Эта плотность является наиболее рациональной при температурах не выше +700 °С. Однако увеличение плотности отрицательно сказывается на себестоимости изделия, а оптимальная плотность базальтовых супертонких волокон, при которой теплопроводность минимальна, составляет 80 ~ 100 кг/м³.

Основные сравнительные характеристики шлако-, стекло-, минеральной ваты, базальтового тонкого и супертонкого волокон приведены в таблице 2.3.

**БАТИЗ****2. СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ БАЗАЛЬТОВОГО ВОЛОКНА**

13

Таблица 2.3

Основные сравнительные характеристики шлако-, стекло-, минеральной ваты, базальтового тонкого и супертонкого волокон

Наименование показателя	Наименование материала				
	Шлаковата	Стекловата	Минеральная вата	Тонкое базальтовое волокно	Супертонкое базальтовое волокно
1	2	3	4	5	6
Предельная температура применения, °С	до +250	-60 ÷ +450	до +300 ÷ +600 (1)	-190 ÷ +700	-190 ÷ +1000
Средний диаметр волокна, мкм	4 ÷ 12	4 ÷ 12	4 ÷ 12	5 ÷ 15	2 ÷ 3
Сорбционное увлажнение за 24 часа (не более), %	1,9	1,7	0,095	0,035	0,02
Колкость	да	да	нет	нет	нет
Необходимость использования связующего компонента	да	да	да	да	нет
Наличие связующего компонента, %	2,5 ÷ 10,0	2,5 ÷ 10,0	2,5 ÷ 10,0	2,5 ÷ 10,0	отсутствует
Коэффициент теплопроводности λ, Вт/(м·°С)	0,46 ÷ 0,48	0,038 ÷ 0,046	0,077 ÷ 0,12	0,038 ÷ 0,046	0,035 ÷ 0,046
Коэффициент паропроницаемости μ, мг/(м·ч·Па)	0,49 ÷ 0,60	0,53 ÷ 0,60	0,30 ÷ 0,61	0,51 ÷ 0,68	0,20 ÷ 0,55
Класс горючести (НГ/Г) (2)	НГ	НГ	НГ	НГ	НГ
Удельная теплоемкость с _о , кДж/(кг·°С)	0,84	0,84	0,84	0,84	0,84
Вибростойкость	нет	нет	нет	нет	да
Сжимаемость, %	нет данных	нет данных	25 ÷ 40	25 ÷ 40	15
Упругость, %	нет данных	нет данных	75	75	95
Температура спекания, °С (3)	+250 ÷ +300	+450 ÷ +500	+600	+700 ÷ +1000	+1100 ÷ +1500
Длина волокон, мм	16	15 ÷ 50	16	20 ÷ 50	50 ÷ 70
Коэффициент звукопоглощения, α	0,75 ÷ 0,82	0,80 ÷ 92	0,75 ÷ 95	0,80 ÷ 95	0,95 ÷ 99
Химическая устойчивость (потеря веса) в воде, %	7,8	6,2	4,5	1,6	1,6
Химическая устойчивость (потеря веса) в щелочной среде, %	7,0	6,0	6,4	2,8	2,8

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	---------	------	--------	-------	------



Окончание таблицы 2.3

Наименование показателя	Наименование материала				
	Шлаковата	Стекловата	Минеральная вата	Тонкое базальтовое волокно	Супертонкое базальтовое волокно
1	2	3	4	5	6
Химическая устойчивость (потеря веса) в кислотной среде, %	68,7	38,9	24,0	2,2	2,2

Примечания.

(1) – в зависимости от состава;

(2) – изделие относят к классу НГ (не горючее) при соблюдении нескольких параметров горючести, одним из которых является продолжительность устойчивого пламенного горения образца не более 10 с.;

(3) – температура, при которой на образце появляется стекловидный налет.

Для сравнения в таблице 2.4 приведены теплофизические показатели различных типов теплоизоляционных материалов.

Таблица 2.4

Теплофизические показатели различных типов теплоизоляционных материалов*

Наименование материала	Характеристики материалов в сухом состоянии			Расчетные коэффициенты (при условии эксплуатации по СНиП 23-02-2003)						
	плотность ρ_0 , кг/м ³	удельная теплоемкость C_0 , кДж/(кг·°С)	коэффициент теплопроводности λ_0 , Вт/(м·°С)	массового отношения влаги в материале ω , %		теплопроводности λ , Вт/(м·°С)		теплоусвоения (при периоде 24 ч.) s , Вт/(м ² ·°С)		паропроницаемости μ , мг/(м·ч·Па)
				А	Б	А	Б	А	Б	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Пенополистирол (ГОСТ 15588)	40	1,34	0,037	2	10	0,041	0,05	0,41	0,49	0,05
Экструдированный пенополистирол «Styrofoam»	28	1,45	0,029	2	10	0,030	0,031	0,31	0,34	0,006
Экструдированный пенополистирол «Пеноплекс», тип 35	35	1,65	0,028	2	3	0,029	0,030	0,36	0,37	0,018
Пенополиуретан	40	1,47	0,029	2	5	0,04	0,04	0,4	0,42	0,05
Плиты из стеклянного штапельного волокна «URSA»	45	0,84	0,039	2	5	0,041	0,045	0,35	0,39	0,51
Пеностекло	200	0,84	0,07	1	2	0,08	0,09	1,01	1,1	0,03



БАТИЗ

2. СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ БАЗАЛЬТОВОГО ВОЛОКНА

15

Окончание таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Гравий ке- рамзитовый	250	0,84	0,099	2	3	0,11	0,12	1,22	1,3	0,26
Полистирол- бетон	150	1,06	0,055	4	8	0,057	0,06	0,87	0,96	0,135
Пено-, газо- бетон	300	0,84	0,08	8	12	0,11	0,13	1,68	1,95	0,26

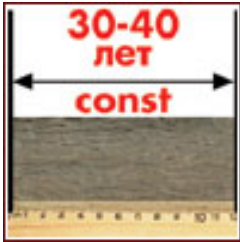



Примечание.

* Выдержка из СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий».

Достоинства базальтового супертонкого волокна приведены в таблице 2.5.



Таблица 2.5

Достоинства изделий ТМ «БАТИЗ», изготовленных из базальтового супертонкого волокна

	Высокая прочность и эластичность с низким пылеобразованием при его монтаже и эксплуатации. Изделия из супертонкого базальтового волокна не разрушаются в течении (более 50 лет) времени.
	Негорючесть. Супертонкие базальтовые волокна выдерживают температуру до 1000 °С. Изделия ТМ «БАТИЗ» предотвращают распространение огня и служат противопожарной преградой для защиты элементов конструкции от огня.
	Низкая теплопроводность.
	Возможность использования в большом температурном диапазоне с сохранением своих свойств.

										Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата					7

Окончание таблицы 2.5

	Высокая химическая стойкость к щелочным и кислотным средам
	Низкая, не возрастающая во времени гигроскопичность
	Отсутствие разрушений при циклическом изменении температуры
	Высокие звукоизолирующие свойства
	Экологическая чистота и нетоксичность
	Несовместимость с жизнедеятельностью микроорганизмов, насекомых, грызунов.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

**3. Основные технические требования к эффективным утеплителям**

Физико-технические свойства используемых теплоизоляционных материалов оказывают определенное влияние на теплотехническую эффективность и эксплуатационную надежность конструкций и изделий, трудоемкость монтажа, возможность ремонта в процессе эксплуатации и в значительной степени определяют сравнительную технико-экономическую эффективность различных вариантов утепления.

3.1. При устройстве эффективной теплоизоляции в любой области применения необходимо, чтобы теплоизоляционная конструкция обеспечивала:

- снижение тепловых потерь технологическим оборудованием, трубопроводами, ограждающими конструкциями зданий и помещений;
- безопасную для человека температуру на поверхности технологического оборудования и трубопроводов;
- ограничение выброса в атмосферу углекислого газа (CO₂), двуокиси серы (SO₂) и двуокиси азота (NO₂) котельными и теплоэлектростанциями за счет уменьшения потребности в их работе;
- сокращение эксплуатационных расходов на обеспечение требуемых температурных режимов;
- эксплуатационную надежность и долговечность, то есть выдерживала эксплуатационные, температурные, механические, химические и другие воздействия в течение расчетного срока эксплуатации без снижения теплозащитных свойств и разрушения;
- повышение комфортности проживания за счет более благоприятного и здорового микроклимата с равномерной температурой внутри помещения;
- увеличение полезной площади, за счет уменьшения толщины ограждающих конструкций;
- снижения веса ограждающих конструкций, за счет применения легких теплоизоляционных материалов с высокими теплотехническими характеристиками;

6-06 / 3

Взам. инв. №									
	Подл. и дата								
Инв.№ подл.	Разработал	Харламов Д.А.				Рекомендации по применению теплоизоляционных изделий ТМ «БАТИЗ» Раздел 3. Основные технические требования к эффективным утеплителям	Стадия	Лист	Листов
		Лезашов Е.В.						1	6
							ООО «Завод БАТИЗ»		



- улучшение состояния пожарной безопасности.

Кроме того, теплоизоляционные конструкции следует проектировать из материалов, обеспечивающих:

- тепловой поток через изолированные поверхности оборудования и трубопроводов согласно заданному технологическому режиму или нормированной плотности теплового потока;

- исключение выделения в процессе эксплуатации вредных, пожароопасных и взрывоопасных, неприятно пахнущих веществ в количествах, превышающих предельно допустимые концентрации;

- исключение выделения в процессе эксплуатации болезнетворных бактерий, вирусов и грибков.

3.2. Материалы и изделия должны удовлетворять следующим общим техническим требованиям [3]:

- обладать теплопроводностью не более $0,175 \text{ Вт}/(\text{м}\cdot^\circ\text{C})$ при 25°C ;

- иметь плотность (объемную массу) не более $500 \text{ кг}/\text{м}^3$;

- обладать стабильными физико-механическими и теплотехническими свойствами;

- не выделять токсичных веществ и пыли в количествах, превышающих предельно допускаемые концентрации.

Предельную температуру применения материалов и изделий устанавливают в стандартах или технических условиях на конкретные виды материалов и изделий с обязательным указанием группы горючести.

Теплоизоляционные материалы и изделия должны изготавливаться в соответствии с требованиями стандартов или технических условий на эти материалы.

Теплопроводность материалов и изделий, в зависимости от предельной температуры применения, указывают в стандартах или технических условиях на конкретные виды материалов и изделий при температуре 25°C для материалов и изделий, применяемых при температуре до 200°C ; 125°C – для материалов и изделий, применяемых при температуре до 500°C ; 300°C – для материалов и изделий, применяемых при температуре свыше 500°C .

									Лист
									2
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	6-06 / 3			



Концентрация вредных веществ (например: паров углеводородов), выделяющихся из теплоизоляционных материалов при температуре 40 °С, не должна превышать при насыщенности 0,4 мг/м³ – 1,5 мг/м³.

3.3. Для материалов, предназначенных для теплоизоляции оборудования и трубопроводов, предъявляются особые требования [5]:

- для теплоизоляционного слоя оборудования и трубопроводов с положительными температурами содержащихся в них веществ для всех способов прокладок, кроме бесканальной, следует применять материалы и изделия со средней плотностью не более 400 кг/м³ и теплопроводностью не более 0,07 Вт/(м·°С) (при температуре 25 °С и влажности, указанной в соответствующих государственных стандартах и технических условиях на материалы и изделия);

- для изоляции поверхностей с температурой выше 400 °С в качестве первого слоя допускается применение изделий с теплопроводностью более 0,07 Вт/(м·°С);

- для теплоизоляционного слоя оборудования и трубопроводов с отрицательными температурами следует применять теплоизоляционные материалы и изделия со средней плотностью не более 200 кг/м³ и расчетной теплопроводностью в конструкции не более 0,07 Вт/(м·°С);

- для тепловой изоляции оборудования и трубопроводов, содержащих вещества, являющиеся активными окислителями, не следует применять материалы самовозгорающиеся и изменяющие физико-химические, в том числе взрыво- и пожароопасные свойства при контакте с ними;

- для оборудования и трубопроводов, подвергающихся ударным воздействиям и вибрации, не следует применять теплоизоляционные изделия на основе минеральной ваты и засыпную теплоизоляционную конструкцию;

- для оборудования и трубопроводов, устанавливаемых в цехах для производства и в зданиях для хранения пищевых продуктов и химико-фармацевтических товаров, следует применять теплоизоляционные материалы, не допускающие загрязнения окружающего воздуха;

- для теплоизоляционного слоя трубопроводов с положительной температурой при бесканальной прокладке следует применять материалы со средней плотностью не более 600 кг/м³ и теплопроводностью не более 0,13 Вт/(м·°С) при температуре

										Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			6-06 / 3		3



материала 20 °С и влажности, указанной в соответствующих государственных стандартах или технических условиях.

Применение теплоизоляционных изделий из минеральной ваты, базальтового или супертонкого стекловолокна допускается только в обкладках со всех сторон (например: из стеклянной или кремнезёмной ткани) и под металлическим покровным слоем.

Конструкция тепловой изоляции трубопроводов при бесканальной прокладке должна обладать прочностью на сжатие не менее 0,4 Мпа [5].

Кроме того, теплоизоляционные конструкции из горючих материалов не допускается предусматривать для оборудования и трубопроводов, расположенных:

а) в зданиях, кроме зданий IVa и V степеней огнестойкости, одно- и двухквартирных жилых домах и охлаждаемых помещений холодильников;

б) в наружных технологических установках, кроме отдельно стоящего оборудования;

в) на эстакадах и галереях при наличии кабелей и трубопроводов, транспортирующих горючие вещества.

3.4. Необходимо отметить, что для высокотемпературной теплоизоляции оборудования и трубопроводов рекомендуется применение матов из супертонких или микротонких базальтовых волокон, которые должны изготавливаться в соответствии с ГОСТ 21880-94 [4] и технических условий на данную продукцию.

Маты должны быть прошиты сплошными швами в продольном направлении, с обкладочным материалом или без него, при этом обкладочные материалы могут быть прошиты с одной или двух сторон. Не допускается разрыв более чем трех смежных стежков в одном шве, а также разрыв стежков друг напротив друга в двух смежных швах матов. Общая длина разрыва швов не должна превышать 10 % длины всех швов.

Для производства ваты должны применяться горные породы габбро-базальтового типа и их аналоги, осадочные породы, вулканические шлаки, промышленные отходы, в том числе щебень из доменного шлака по ГОСТ 18866, а также смеси перечисленных компонентов и другие сырьевые материалы, обеспечивающие получение минеральной ваты в соответствии с требованиями настоящего стандарта и прошедшие радиологический контроль.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата



В соответствии с ГОСТ 4640-93 вата вида ВМ (вата минеральная диаметром волокна от 6 до 12 мкм) должна соответствовать требованиям, указанным в таблице 3.1, видов ВМСТ (вата минеральная из супертонкого волокна диаметром от 0,5 до 3 мкм) и ВМТ (вата минеральная из тонкого волокна диаметром от 3 до 6 мкм) – в таблице 3.2.

Таблица 3.1

Требования, предъявляемые к минеральной вате вида ВМ

Наименование показателя	Значение для ваты вида ВМ		
	А	Б	В
Водостойкость, рН, не более	4	5	7
Средний диаметр волокна, мкм, не более	6	8	12
Содержание неволокнистых включений размером свыше 0,25 мм, % по массе, не более	12	20	25
Плотность, кг/м ³ , не более	80	90	100
Теплопроводность, Вт/(м·°С), не более, при температуре: (298±5) К	0,045	0,045	0,050
(398±5) К	0,064	0,065	0,066
(573±5) К	0,110	0,112	0,116
Влажность, % по массе, не более	1	1	1
Содержание органических веществ, % по массе, не более	2	2	2

Таблица 3.2

Требования, предъявляемые к минеральной вате вида ВМТ и ВМСТ

Наименование показателя	Значение для ваты вида	
	ВМСТ	ВМТ
Водостойкость рН, не более	4	4
Средний диаметр волокна, мкм	от 0,5 до 3 включ.	св. 3 до 6 включ.
Содержание неволокнистых включений размером св. 0,25 мм, % по массе, не более	5	8
Плотность под удельной нагрузкой (98±1,5) Па, кг/м ³ , не более	35	50
Теплопроводность при температуре (25±5) °С, Вт/(м · °К), не более	0,041	0,041
Влажность, % по массе, не более	1	1
Содержание органических веществ, % по массе, не более	2	2



--	--	--	--	--	--



4. Назначение и область применения изделий ТМ «БАТИЗ»

Изделия из базальтового супертонкого волокна торговой марки «БАТИЗ» обладают высокими теплоизоляционными свойствами благодаря низкому коэффициенту теплопроводности. Конструкции с использованием теплоизоляции ТМ «БАТИЗ» хорошо сохраняют тепло зимой и прохладу летом.

При повышенных температурах теплозащитные характеристики теплоизоляционных изделий остаются очень высокими. Благодаря этому из базальтового супертонкого волокна торговой марки «БАТИЗ» могут препятствовать не только распространению через теплоизоляционный слой огня и высоких температур, но и защищать конструкции из горючих материалов, позволяют сохранить тепло в холодное время, не давая конструкции замерзнуть.

Маты торговой марки «БАТИЗ» предназначены для теплоизоляции промышленного оборудования и трубопроводов, бытовых и электрических плит, жарочных шкафов, промышленных и бытовых холодильников, печей, аппаратуры, различных средств транспорта, строительной теплоизоляции, а так же тепло- и звукоизоляции ограждающих конструкций жилых, общественных и производственных зданий при температуре изолируемой поверхности от -190 °С до +1000 °С, при соответствующей подборке марок прошивных нитей.

Изделия из базальтового супертонкого волокна, производства ТМ «БАТИЗ», являются устойчивыми к агрессивным средам и вибрации, не накапливают радиацию, относятся к классу негорючих материалов, а так же обладают высокими теплозащитными качествами при средней температуре теплоизоляции до +1000 °С.

Основные конструкции, в которых могут применяться изделия ТМ «БАТИЗ»:

- пологие скаты мансард;
- легкие перегородки;
- чердачные перекрытия;
- совмещенные покрытия;
- междуэтажные перекрытия;

Взам. инв. №									
Подп. и дата							6-06 / 4		
	Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			
Инв.№ подл.	Разработал	Харламов Д.А.				Рекомендации по применению теплоизоляционных изделий ТМ «БАТИЗ» Раздел 4. Назначение и область применения изделий ТМ «БАТИЗ»	Стадия	Лист	Листов
		Лезашов Е.В.						1	2
							ООО «Завод БАТИЗ»		



- цокольные перекрытия.

Кроме того, маты могут быть использованы в качестве:

- теплоизоляция трубопроводов тепловых сетей при надземной прокладке (на открытом воздухе, в подвалах и в помещениях);

- теплоизоляция технологических трубопроводов с положительными и отрицательными температурами во всех отраслях промышленности и производства;

- теплоизоляция трубопроводов систем горячего и холодного водоснабжения в жилищном и гражданском строительстве;

- тепловая изоляция промышленного оборудования, парогенераторов, котлов, теплообменников, турбин, резервуаров, каналов дымовых газов, сушильных шкафов;

- тепловая изоляция криогенного оборудования и агрегатов;

- изоляция двигательных шахт, перегородок, конструкций судов;

- изоляция печей и термического оборудования;

- изоляция звукопоглощающих и звукоизолирующих конструкций и вентиляционных каналов.

						6-06 / 4	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		2



5. Основные технические характеристики изделий ТМ «БАТИЗ»

5.1. Основные параметры и характеристики

В зависимости от размера среднего диаметра и длины волокна, а также предельной температуры применения, маты подразделяются по назначению на следующие марки:

- **ст** – торговое название – «БАТИЗ Норма». Мат из базальтовых супертонких волокон с диаметром волокна от 1 до 3 мкм и длиной волокна до 60 мм. Данные изделия общепромышленного применения и теплоизоляции в строительстве. Прошивка выполнена стеклянным ровингом.

- **вт 1** – торговое название – «БАТИЗ Термо +400». Мат из базальтовых супертонких волокон с диаметром волокна до 1 мкм и длиной волокна до 60 мм. Температура применения от 0 до +400 °С. Прошивка выполнена стеклянным ровингом.

- **вт 2** – торговое название – «БАТИЗ Энерго +1000». Мат из базальтовых микротонких волокон с диаметром волокна до 1 мкм и длиной волокна до 60 мм. Температура применения от 0 до +1000 °С. Прошивка выполнена базальтовым ровингом.

- **втш** – торговое название – «БАТИЗ Вибро». Мат из базальтовых супертонких сверхдлинных волокон с диаметром волокна от 1 до 3 мкм и длиной волокна до 90 мм. Температура применения до +1000 °С. Данные маты являются тепло- и шумоизоляционным материалом. Прошивка выполнена базальтовым ровингом.

В зависимости от использованного облицовочного материала маты подразделяют на типы, указанные в таблице 5.1, с различной предельной температурой применения.

Взам. инв. №	Подл. и дата	6-06 / 5							
		Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		
Инв.№ подл.	Разработал	Харламов Д.А.				Рекомендации по применению теплоизоляционных изделий ТМ «БАТИЗ» Раздел 5. Основные технические характеристики и типоразмеры изделий ТМ «БАТИЗ»	Стадия	Лист	Листов
		Лезашов Е.В.						1	8
							ООО «Завод БАТИЗ»		



Таблица 5.1

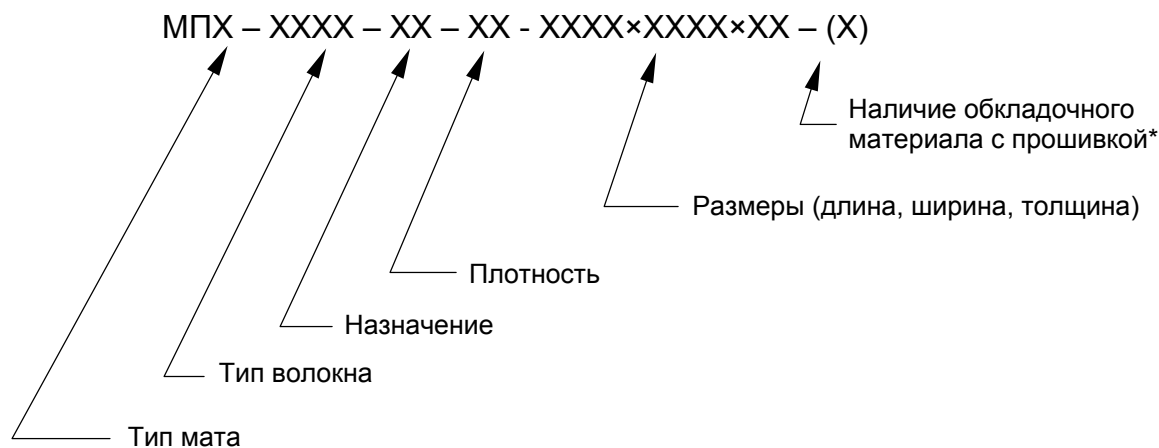
**Маркировка прошивных матов в зависимости от использованных
обкладочных материалов**

Тип	Наименование обкладочного материала	Предельная температура применения, °С
МП 1	Без обкладочного материала	1000
МП 2	Стеклоткань марки ТКТ	700
МП 3	Ткань, сетка, холст нетканый, материал из стекловолокна	450
МП 4	Картон гофрированный, коробочный или кровельный	80
МП 5	Бумага, бумага дублированная полиэтиленом, полиэтилен	60

Более полный перечень обкладочных материалов представлен в Приложении А.

5.2. Условное обозначение изделий

Условное обозначение матов состоит из типа мата в зависимости от использованных обкладочных материалов (см. табл.5.1), марки волокна (БСТВ или БТВ), марки по назначению (см. п.5.1), плотности, размеров по длине, ширине и толщине в миллиметрах, а также количества сторон с обкладочным материалом.



Примечание.

- * 1 – для матов с обкладочным материалом, пришитым с одной стороны;
- 2 – для матов с обкладочным материалом, пришитым с двух сторон.

Пример условного обозначения мата прошивного типа МП5 из базальтового супертонкого волокна для общепромышленного применения и теплоизоляции в строительстве, плотностью 35 кг/м³, длиной 10000 мм, шириной 1000 мм, толщиной 50 мм с обкладочным материалом, пришитым с одной стороны:

МП5 – БСТВ – ст – 35 – 10000×1000×50 – 1.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	---------	------	--------	-------	------



5.3. Геометрические размеры выпускаемых матов

Основной диапазон геометрических размеров производимых матов приведен в таблице 5.2.

Таблица 5.2

Геометрические размеры выпускаемых матов

Наименование геометрического показателя	Значение геометрического показателя	Значение предельного отклонения, мм
Длина, мм	1000 ÷ 10000	± 50
Ширина, мм	300 ÷ 1000	± 20
Толщина, мм	50 ÷ 120	+5, - 4

По согласованию с потребителем допускается изготовление матов других размеров.

В качестве обвязки (средств скрепления транспортных пакетов) могут применяться следующие материалы: проволока стальная по ГОСТ 3282, лента стальная по ГОСТ 3560, ГОСТ 6009 и ГОСТ 503, катанка алюминиевая марок АКЛП-5Т, АКЛП-5ПТ по ГОСТ 13843, лента полиэтиленовая с липким слоем по ГОСТ 20477, пленка полиэтиленовая термоусадочная по ГОСТ 25951, металлические и полимерные ленты, стальная и алюминиевая проволока и синтетические пленки, выпускаемые по другим нормативным документам и обеспечивающие сохранность пакетов в течение всего срока транспортирования и хранения грузов.

5.4. Технические характеристики изделий

Основные технические характеристики изделий приведены в таблицах 5.3, 5.4, 5.5.

										Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				6-06 / 5	3



Таблица 5.3

Основные технические характеристики изделий из базальтового супертонкого волокна «БАТИЗ»

Наименование показателя	Обозначение	Единица измерения	Значение показателя
1	2	3	4
Плотность	γ	кг/м ³	30
Теплопроводность в сухом состоянии	λ	Вт/(м ² ·°С)	0,038
Теплопроводность при условии эксплуатации: - А - Б	λ	Вт/(м ² ·°С)	0,040 0,041
Коэффициент паропроницаемости	μ	мг/(м·ч·Па)	0,2
Сорбционная влажность за: - 24 часа - 72 часа	W_c	%	2,0 2,5
Расчётное массовое увлажнение влаги в материале при условиях эксплуатации: - А - Б	ω	%	0,4 0,9
Коэффициент воздухопроницаемости	i	м ² ·ч·Па/кг	0,07
Сжимаемость		%	менее 40
Упругость		%	более 70
Разрывная нагрузка	P	Н	до 80

Таблица 5.4

Результаты испытаний матов прошивных из базальтового супертонкого волокна по показателю коэффициент теплопроводности при различных температурах

Средняя температура материала, t_m , °С	Коэффициент теплопроводности λ_m , Вт/м °С, для матов прошивных из базальтового супертонкого волокна плотностью		
	45 кг/м ³	65 кг/м ³	75 кг/м ³
25	0,041	0,045	0,050
50	0,047	0,051	0,057
75	0,053	0,058	0,065
100	0,059	0,064	0,072
125	0,065	0,071	0,080
150	0,070	0,078	0,088
200	0,082	0,091	0,103

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	---------	------	--------	-------	------



БАТИЗ

5. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ИЗДЕЛИЙ ТМ «БАТИЗ»

29

Окончание таблицы 5.4

300	0,106	0,117	0,133
400	0,129	0,144	0,164
500	0,153	0,170	0,194
600	0,177	0,196	0,224
700	0,200	0,223	0,255
800	0,224	0,249	0,285
900	0,247	0,276	0,316
1000	0,271	0,302	0,346

Примечание: t_m – средняя температура теплоизоляционного слоя, определяемая в соответствии со СНиП 2.04.14-88 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов»

										Лист
										5
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата					

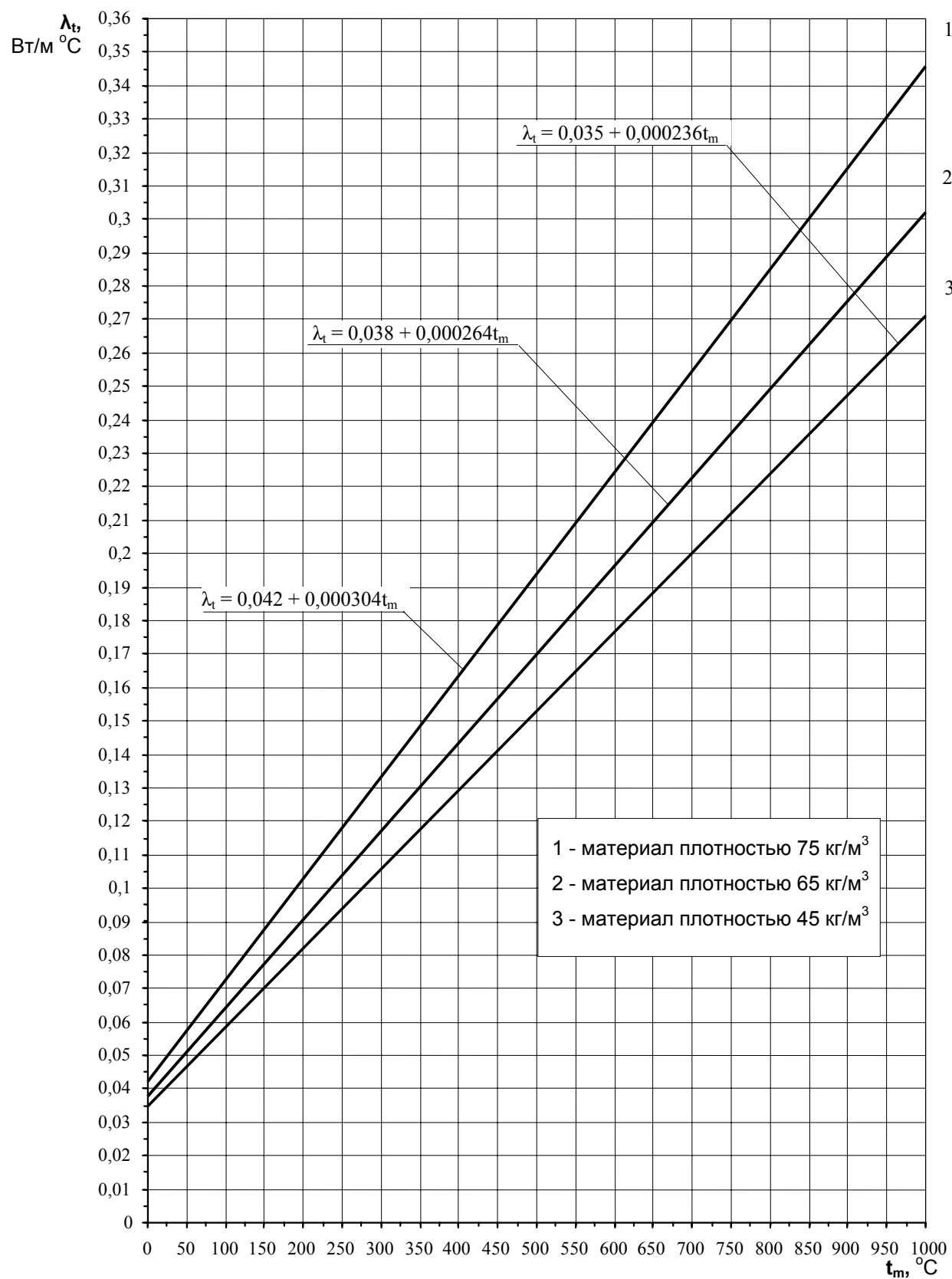


Рис.5.1. Зависимость коэффициентов теплопроводности (λ_t) матов прошивных из базальтового супертонкого волокна от средней температуры материала (t_m)

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	---------	------	--------	-------	------

Таблица 5.5

Результаты испытаний матов прошивных из базальтового супертонкого волокна по показателю воздухопроницаемость

Наименование показателя	Номер образца			Среднее значение
	№ 1	№ 2	№ 3	
1	2	3	4	5
Объемная воздухопроницаемость Q , м ³ /ч·м ² ,	10,67	10,67	13,33	11,6
Массовая воздухопроницаемость G , кг/ч·м ²	12,89	12,89	16,00	13,9
Сопротивление воздухопроницанию R_{inf} , м ² ·ч·Па/кг	0,78	0,78	0,62	0,71
Коэффициент воздухопроницаемости i , кг/м·ч·Па	0,064	0,064	0,080	0,07

Примечание: Результаты испытаний для матов прошивных толщиной 50 мм, при разности давлений на внутренней и наружной поверхности образца $\Delta p = 10$ Па.

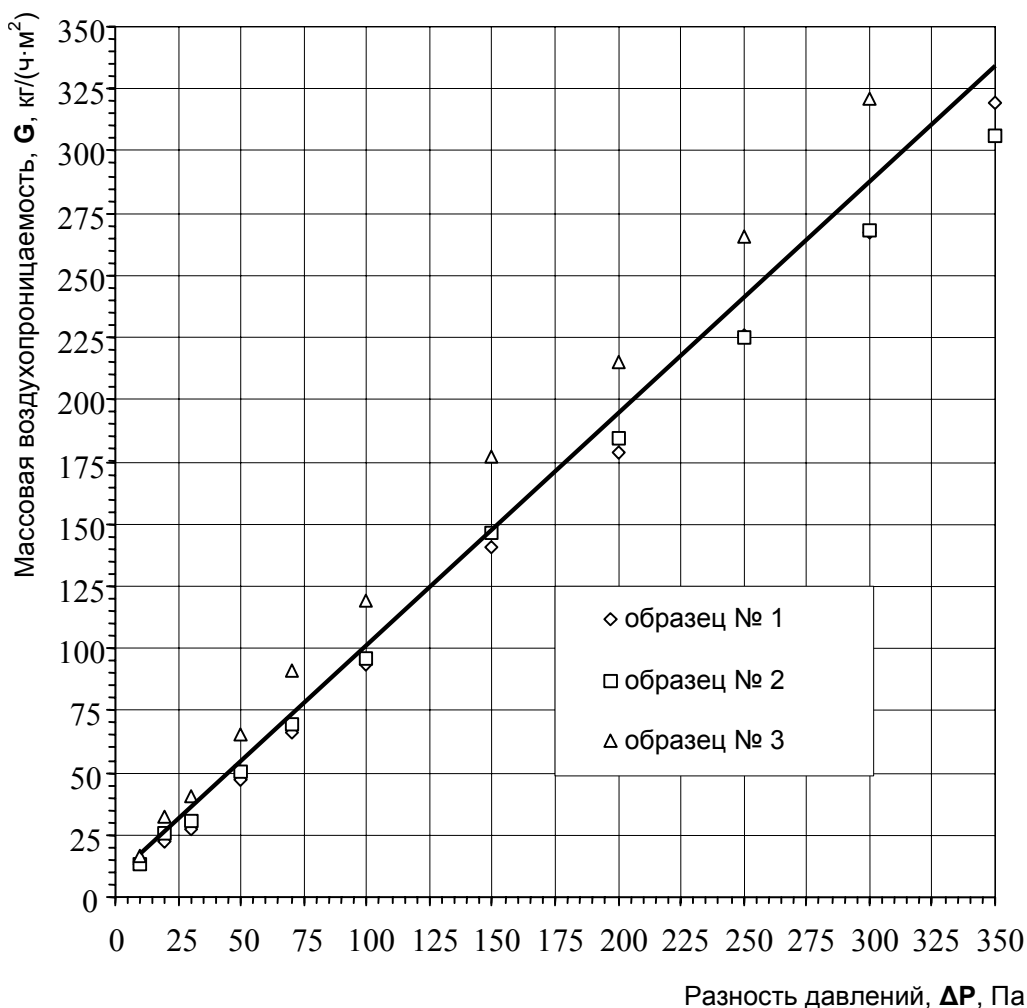


Рис.5.2. Диаграмма зависимости массовой воздухопроницаемости от разности давлений по результатам испытаний матов прошивных из базальтового супероволокна толщиной 50 мм



Blank lined area for technical specifications.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата



6. Проектирование тепловой изоляции

6.1. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов (общие данные)

Конструкцию тепловой изоляции следует предусматривать исключающей деформацию и сползание теплоизоляционного слоя в процессе эксплуатации.

Технологический процесс теплогидроизоляции труб состоит из следующих основных операций:

- подготовка поверхности труб к нанесению изоляционного покрытия;
- нанесение антикоррозионного покрытия;
- нанесение теплоизоляционного слоя;
- нанесение гидроизоляционного и (или) защитного покрытий.

Подготовка поверхности трубы включает очистку от снега, наледи, грязи, сушку и подогрев до температуры не менее плюс 5 °С, механическую очистку от ржавчины, следов коррозии, жировых пятен, пыли.

Для поверхностей с температурой выше 250 °С и ниже минус 60 °С необходимо предусматривать многослойное утепление. При многослойной конструкции последующие слои должны перекрывать швы предыдущего. Минимальную толщину теплоизоляционного слоя из минеральной ваты на основе супертонокого базальтового волокна следует принимать 10 мм.

Детали, предусматриваемые для крепления теплоизоляционной конструкции на поверхности с отрицательными температурами, должны иметь защитное покрытие от коррозии или изготавливаться из коррозионно-стойких материалов.

Для предохранения кровельного слоя от коррозии следует предусматривать:

- для кровельной стали – окраску;
- для листов и лент из алюминия и алюминиевых сплавов при применении теплоизоляционного слоя в стальной неокрашенной сетке или устройстве стального каркаса – установку под кровельный слой прокладки из рулонного материала.

Взам. инв. №	
Подп. и дата	
Инв.№ подл.	

						6-06 / 6			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				
	Разработал	Харламов Д.А.				Рекомендации по применению теплоизоляционных изделий ТМ «БАТИЗ» Раздел 6. Проектирование тепловой изоляции	Стадия	Лист	Листов
		Лезашов Е.В.						1	37
							ООО «Завод БАТИЗ»		



Крепежные детали, соприкасающиеся с изолируемой поверхностью, следует предусматривать:

- для поверхностей с температурой от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+400\text{ }^{\circ}\text{C}$ – из углеродистой стали;
- для поверхностей с температурой выше $+400\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ – из того же материала, что и изолируемая поверхность.

Крепежные детали основного и покровного слоев теплоизоляционных конструкций оборудования и трубопроводов, расположенных на открытом воздухе в районах с расчетной температурой окружающего воздуха ниже $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$, следует применять из легированной стали или алюминия.

Размещение крепежных деталей на изолируемых поверхностях следует принимать в соответствии с ГОСТ 17314-81.

Толщину металлических листов, лент, применяемых для покровного слоя, в зависимости от наружного диаметра или конфигурации теплоизоляционной конструкции следует принимать по таблице 6.1.

Таблица 6.1

Толщина металлических листов, лент, применяемых для покровного слоя, в зависимости от наружного диаметра или конфигурации теплоизоляционной конструкции

Материал	Толщина листа, мм, при диаметре изоляции, мм			
	360 и более	св.350 до 600	св. 600 до 1600	св.1600 и плоские поверхности
1	2	3	4	5
Сталь тонколистовая	0,35-0,5	0,5-0,8	0,8	1,0
Листы из алюминия и алюминиевых сплавов	0,3	0,5-0,8	0,8	1,0
Ленты из алюминия и алюминиевых сплавов	0,25-0,3	0,3-0,8	0,8	1,0

Примечания.

1. Листы и ленты из алюминия и алюминиевых сплавов толщиной 0,25-0,3 мм рекомендуется применять гофрированными.
2. Для изоляции поверхностей диаметром изоляции более 1600 мм и плоских, расположенных в помещении с неагрессивными и слабоагрессивными средами, допускается применять металлические листы и ленты толщиной 0,8 мм, а для трубопроводов диаметром изоляции более 600 до 1600 мм - 0,5 мм.

Температурные швы в покровных слоях горизонтальных трубопроводов следует предусматривать у компенсаторов, опор и поворотов, а на вертикальных трубопроводах – в местах установки опорных конструкций.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	---------	------	--------	-------	------



Выбор материала покровных слоев теплоизоляционных конструкций оборудования и трубопроводов, расположенных на открытом воздухе в районах с расчетной температурой окружающего воздуха $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже, следует производить с учетом температурных пределов применения материалов по государственным стандартам или техническим условиям.

Для конструкций тепловой изоляции оборудования и трубопроводов с отрицательными температурами веществ, крепление покровного слоя следует предусматривать, как правило, бандажами. Крепление покровного слоя винтами допускается предусматривать при диаметре изоляционной конструкции более 800 мм.

Теплоизоляционные материалы ТМ «БАТИЗ» из супертонкого базальтового волокна являются высокоэффективным экологически чистым материалом, отвечающим требованиям пожарной безопасности.

Анализ теплофизических характеристик показал, что диапазон применения материалов ТМ «БАТИЗ» достаточно велик.

Теплоизоляционные материалы ТМ «БАТИЗ», благодаря своим высоким тепло-техническим свойствам, имеют широкое применение для тепловой изоляции оборудования и трубопроводов с температурой находящихся и транспортируемых веществ до $+1000\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Действующая номенклатура выпускаемой продукции позволяет их следующее использование:

- при проектировании тепловой изоляции трубопроводов по заданному значению плотности теплового потока;
- при проектировании тепловой изоляции трубопроводов по температуре на поверхности изоляции, отвечающей требованиям техники безопасности;
- при проектировании тепловой изоляции трубопроводов по заданному снижению (повышению) температуры вещества, транспортируемого по трубопроводам;
- при проектировании тепловой изоляции трубопроводов с целью предотвращения конденсации влаги на поверхности изоляции оборудования и трубопроводов.

Преимущество применения изделий из базальтового супертонкого волокна ТМ «БАТИЗ» по сравнению с цилиндрами из минеральной и базальтовой ваты состоит в том, что при утеплении трубопроводов, деталей и оборудования отсутствует ог-

										Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	6-06 / 6				3



раничение по толщине теплоизоляционного слоя, благодаря возможности многослойного утепления.

Основные критерии качества тепловой изоляции систем инженерного оборудования при выполнении защитного слоя из оцинкованной стали:

- выполнение плотного и ровного сопряжения элементов покрытия путем устройства соединения через отбортовку, обеспечивающее пространственную прочность защитного покрытия конструкции и защиту изоляционного слоя от попадания влаги;

- использование диафрагм жесткости для обеспечения жесткости, центровки, симметрии по всей длине теплоизоляции, и возможности монтажа съемного короба;

- выполнение монтажа конструкции теплоизоляции на расстоянии от фланцевого соединения, обеспечивающем свободную разборку соединения без демонтажа изоляционной конструкции;

- выполнение фасонных изделий (отводов) для криволинейных поверхностей;

- монтаж любых изделий необходимо выполнять так чтобы предотвратить затекание воды внутрь изоляции (продольные швы соседних сегментов на прямых участках трубопровода необходимо располагать в шахматном порядке, на горизонтальных участках трубопровода монтаж изоляционного покрытия следует производить в сторону противоположную уклону);

- выполнение предварительной перфорации отверстий в конструкции изоляции с целью сохранения заданного диаметра;

- использование опорных колец для сохранения единой оси симметрии, предотвращение слеживания теплоизоляционного слоя, продлевая срок службы теплоизоляции (опорные кольца рекомендуется применять на трубопроводах диаметром более 325 мм);

- использование съемных многоразовых коробов для изоляции запорной, регулирующей арматуры, люков компенсаторов и фланцевых соединений»

- выполнение покрытия плоских поверхностей должно выполняться на плоский каркас, причем листы покрытия плоских участков изолируемого объекта должны иметь ребра жесткости;

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

**6.1.1. Проектирование тепловой изоляции трубопроводов по заданному (нормативному) значению плотности теплового потока**

Допустимое значение теплового потока (теплопотерь) с поверхности трубопровода определяется, как правило, требованиями технологического процесса (технологии производства), общим тепловым балансом предприятия или нормами плотности теплового потока, определяемыми в соответствии с приложением 4 СНиП 2.04.14-88 «Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов» с изменением №1 от 31.12.97г [5].

Расчетная толщина тепловой изоляции трубопроводов надземной прокладки, определяемая по заданной плотности теплового потока, зависит от расположения изолируемого объекта (на открытом воздухе или в помещении), температуры окружающего воздуха (t_e), температуры теплоносителя (t_w), наружного диаметра трубопровода (d) и величины заданного или нормативного теплового потока (q_l).

Для трубопроводов толщина тепловой изоляции определяется исходя из линейной плотности теплового потока, то есть теплового потока с метра длины трубопровода заданного диаметра при заданной температуре.

Толщина теплоизоляционного слоя для оборудования и трубопроводов с положительными температурами определяется:

- для плоской поверхности и цилиндрических объектов диаметром 2 м и более толщина теплоизоляционного слоя δ_k , м, определяется по формуле

$$\delta_k = \lambda_k \cdot R_k; \quad R_k = R_{tot} - \frac{1}{\alpha_e} - R_m \quad (6.1)$$

где λ_k - теплопроводность теплоизоляционного слоя, Вт/(м·°С); R_k — термическое сопротивление теплоизоляционной конструкции, м²·°С/Вт; R_{tot} — сопротивление теплопередачи теплоизоляционной конструкции, м²·°С/Вт; α_e - коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности изоляции, Вт/(м²·°С); R_m — термическое сопротивление неметаллической стенки объекта.

Расчетные коэффициенты теплоотдачи от наружной поверхности покровного слоя в зависимости от вида и температуры изолируемой поверхности, вида расчета толщины тепловой изоляции и применяемого покровного слоя приведены в таблице 6.2.

											Листм
Изм.	Кол.уч.	Листм	№ док.	Подп.	Дата			6-06 / 6			5



Дополнительное термическое сопротивление плоских и криволинейных неметаллических поверхностей оборудования определяется по формуле

$$R_m = \frac{\delta_m}{\lambda_m}, \quad (6.2)$$

где δ_m – толщина стенки оборудования.

$$R_{tot} = \frac{t_w - t_e}{qK_1}, \quad (6.3)$$

где t_w – температура вещества, °С; t_e - температура окружающей среды, принимаемая согласно п.3.6 СНиП 2.04.14-88; q – нормированная поверхностная плотность теплового потока, Вт/м²; K_1 – коэффициент, принимаемый по обязательному приложению 10 СНиП 2.04.14-88.

За расчетную температуру окружающей среды, при расчетах по нормированной плотности теплового потока, для изолируемых поверхностей, расположенных на открытом воздухе следует принимать среднюю за год, а для трубопроводов тепловых сетей, работающих только в отопительный период – среднюю за период со среднесуточной температурой наружного воздуха 8 °С и ниже.

За расчетную температуру окружающей среды для изолируемых поверхностей, расположенных в помещении, следует принимать температуру – согласно техническому заданию на проектирование, а при отсутствии данных о температуре окружающего воздуха 20 °С.

									Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	6-06 / 6			6



Таблица 6.2

Расчетные коэффициенты теплоотдачи

Температура изолируемой поверхности, °С	Изолируемая поверхность	Вид расчета изоляции	Коэффициент теплоотдачи α_e , Вт/(м ² ·°С), при расположении изолируемых поверхностей			
			в помещениях, тоннелях для кровных слоев с коэффициентом излучения, С		на открытом воздухе, для кровных слоев с коэффициентом излучения, С	
			малым	высоким	малым	высоким
Выше 20	Плоская поверхность, оборудование, вертикальные трубопроводы	По заданной температуре на поверхности кровного слоя	6	11	6	11
		Остальные виды расчетов	7	12	35	35
	Горизонтальные трубопроводы	По заданной температуре на поверхности кровного слоя	6	10	6	10
		Остальные виды расчетов	6	11	29	29
19 и ниже	Все виды изолируемых объектов	Предотвращение конденсации влаги из окружающего воздуха на поверхности кровного слоя	5	7	-	-
		Остальные виды расчетов	6	11	29	29

Примечания.

1. Для трубопроводов, прокладываемых в каналах, коэффициент теплоотдачи $\alpha_e = 8$ Вт/(м²·°С).
2. К кровным слоям с малым коэффициентом излучения С относятся покрытия с $C < 2,33$ Вт/(м²·К⁴) и менее, в том числе из тонколистовой оцинкованной стали, листов из алюминия и алюминиевых сплавов, а также других материалов, окрашенных алюминиевой краской. К покрытиям с высоким коэффициентом излучения относятся покрытия с $C > 2,33$ Вт/(м²·К⁴), в том числе стеклопластики и прочие материалы на основе синтетических и природных полимеров, асбестоцементные листы, штукатурки, кровные слои, окрашенные различными красками, кроме алюминиевой.
3. Коэффициент теплоотдачи от воздуха в канале и стенке канала допускается принимать равным 8 Вт/(м²·°С).

Для цилиндрических объектов диаметром менее 2 м толщина теплоизоляционного слоя определяется по формуле

$$\delta_k = \frac{d}{2}(B - 1), \quad (6.4)$$

$$\ln B = 2\pi\lambda_k \left[r_{tot} - r_m - \frac{1}{\alpha_e \pi(d + 0,1)} \right], \quad (6.5)$$

где $B = \frac{d_i}{d}$ – отношение наружного диаметра изоляционного слоя к наружному диаметру изолируемого объекта; r_{tot} – сопротивление теплопередачи на 1 м длины те-

										Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата					7



теплоизоляционной конструкции цилиндрических объектов диаметром менее 2 м, $(\text{м}\cdot^\circ\text{C})/\text{Вт}$; r_m – термическое сопротивление стенки трубопровода, определяемое по формуле (7); d – наружный диаметр изолируемого объекта, м.

Величины R_{tot} и r_{tot} в зависимости от исходных условий определяются по формулам:

$$r_{\text{tot}} = \frac{t_w - t_e}{q_e K_1}, \quad (6.6)$$

где q_e – нормированная линейная плотность теплового потока с 1 м длины цилиндрической теплоизоляционной конструкции, принимаемая по обязательным приложениям 4 -7 СНиП 2.04.14-88, Вт/м;

При применении неметаллических трубопроводов следует учитывать термическое сопротивление стенки трубопровода, определяемое по формуле

$$r_m = \frac{\ln \frac{d}{d_{\text{int}}}}{2\pi\lambda_m}, \quad (6.7)$$

где λ_m – теплопроводность материала стенки, Вт/(м·°С).

В таблицах 6.3-6.5 приведены рекомендуемые значения толщин теплоизоляционных матов марки «БАТИЗ» для тепловой изоляции трубопроводов диаметром от 18 до 500 мм при температуре теплоносителя от +50 °С до +600 °С, рассчитанные по нормам плотности теплового потока, предусмотренным СНиП 2.04.14-88 с изм.№1.

Теплопроводность теплоизоляционных матов ТМ «БАТИЗ» принималась на основании данных ТУ 5769-002-13949929-2005 и лабораторных испытаний, проведенных в ИЦ «Стройтест-СибАДИ», с учетом средней температуры теплоизоляционного слоя.

Средняя температура теплоизоляционного слоя t_m , °С, на открытом воздухе в летнее время, в помещении, в каналах, тоннелях, технических подпольях, на чердаках и в подвалах зданий определяется по формуле – $t_m = (t_w + 40)/2$.

Средняя температура теплоизоляционного слоя на открытом воздухе в зимнее время определяется по формуле – $t_m = t_w/2$ (t_w – температура вещества).

									Лист
									8
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	6-06 / 6			

Расчетные значения округлялись до ближайшего типоразмера, предусмотренного номенклатурой ТУ 5769-002-13949929-2005. При расчетном значении толщины на 2,5 мм больше, чем ближайшее значение номенклатурного типоразмера, принималось его меньшее значение, если расчетная толщина изоляции была больше, чем на 2,5 мм, ближайшего меньшего типоразмера, принимался, соответственно, ближайший больший типоразмер.

Пример №1 (расчет толщины теплоизоляции по нормативной линейной плотности теплового потока)

Расчет толщины теплоизоляционного слоя из теплоизоляционных матов выполнен при следующих исходных данных:

- наружный диаметр изолируемого объекта (металлический трубопровод) – $d = 180$ мм;
- температура транспортируемого вещества – $t_w = 300$ °С;
- температура окружающей среды принята среднегодовая для г.Омска – $t_e = 0,6$ °С;
- нормированная поверхностная плотность теплового потока $q = 147$ Вт/м²;
- теплопроводность теплоизоляционного материала – $\lambda_k = 0,07$ Вт/(м·°С) при средней температуре теплоизоляционного материала 150 °С.

Для цилиндрических объектов диаметром менее 2 м толщина теплоизоляционного слоя определяется по формуле (6.4), определив предварительно значение показателя В (гидроизоляционное покрытие выполнено из тонколистовой стали).

$$\ln B = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,07 \cdot \left[\frac{300 - 0,6}{147 \cdot 1,03} - \frac{1}{29 \cdot 3,14 \cdot (0,18 + 0,1)} \right] = 0,852 \Rightarrow B = e^{0,852} = 2,34.$$

Термическое сопротивление стенки трубопроводов не учитывалось, поскольку расчет выполнен для металлического трубопровода.

Толщина теплоизоляционного слоя из теплоизоляционных матов равна:

$$\delta_k = \frac{0,18}{2} \cdot (2,34 - 1) = 0,121 \text{ м} \approx 120 \text{ мм}.$$



Таблица 6.3

Толщина теплоизоляции из матов ТМ «БАТИЗ», отвечающая нормативной линейной плотности теплового потока для трубопроводов с положительными температурами, при расположении на открытом воздухе

Наружный диаметр D_n , мм	Температура теплоносителя, °С										
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600
	Толщина тепловой изоляции, мм										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
18	30	40	40	50	60	60	70	80	80	90	100
25	30	40	50	60	60	70	80	90	90	100	110
32	30	40	50	60	70	80	90	90	100	110	120
45	40	50	60	70	80	90	100	100	120	120	140
57	40	50	60	80	90	90	100	110	120	130	150
89	40	60	70	90	100	110	120	130	140	150	170
114	50	60	80	100	100	110	120	140	150	160	180
133	50	60	80	100	100	120	130	140	150	160	180
159	50	70	90	100	110	120	130	140	160	170	190
180	50	70	90	100	110	120	140	150	160	170	200
219	50	70	90	110	120	130	140	150	160	180	200
273	50	80	100	110	120	140	150	160	180	190	210
325	60	80	100	120	130	140	160	170	190	200	230
377	60	80	100	120	130	150	160	180	190	210	240
426	60	80	100	120	140	150	170	180	200	210	240
500	60	90	110	130	140	160	170	190	210	220	250
Плоская поверхность	70	100	140	170	190	210	240	260	290	310	360

Примечание.

Расчет произведен для среднегодовой температуры +0,6°С (г.Омск).

												Лист
												10
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата							



Таблица 6.4

Толщина теплоизоляции из матов марки ТМ «БАТИЗ», отвечающая нормативной линейной плотности теплового потока для трубопроводов с положительными температурами, при расположении в помещении (металлическое изоляционное покрытие)

Наружный диаметр D _н , мм	Температура теплоносителя, °C										
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600
Толщина тепловой изоляции, мм											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
18	30	40	50	60	70	70	80	90	90	100	110
25	30	40	50	60	70	80	90	100	100	110	120
32	30	40	60	70	80	90	90	100	110	110	120
45	30	50	60	70	80	90	90	100	110	120	120
57	30	50	60	80	90	100	100	110	120	130	140
89	40	60	70	90	90	110	120	130	130	140	160
114	40	60	80	90	110	120	130	140	150	160	180
133	40	60	80	90	110	120	130	140	150	160	180
159	40	70	80	100	110	120	130	140	150	160	180
180	40	70	80	100	110	120	130	140	150	160	180
219	40	70	90	110	110	130	140	150	170	180	200
273	50	70	90	110	120	140	150	170	180	190	210
325	50	70	100	120	130	140	160	170	190	200	220
377	50	80	100	120	130	150	160	180	190	210	230
426	50	80	100	120	130	150	170	180	200	210	240
500	50	80	100	120	130	150	170	180	200	210	240
Плоская поверхность	60	100	130	160	180	210	230	260	280	310	360

Примечание.

Расчетная температура окружающего воздуха в помещении принята +20°С.



Таблица 6.5

Толщина теплоизоляции из матов марки ТМ «БАТИЗ», отвечающая нормативной линейной плотности теплового потока для трубопроводов с положительными температурами, при расположении в помещении (не металлическое изоляционное покрытие)

Наружный диаметр D_n , мм	Температура теплоносителя, °С										
	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600
	Толщина тепловой изоляции, мм										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
18	30	40	60	60	70	80	90	100	110	110	130
25	30	50	60	70	80	90	100	110	110	120	130
32	30	50	60	70	80	100	100	110	120	130	140
45	30	50	60	70	90	90	100	110	120	130	140
57	40	60	70	80	90	110	120	120	130	140	160
89	40	60	80	90	100	120	130	140	150	160	180
114	50	70	80	100	120	130	140	150	170	180	200
133	50	70	80	100	120	130	140	150	170	170	190
159	50	70	90	110	120	130	140	150	170	180	200
180	50	70	90	110	120	130	140	150	170	180	200
219	50	80	90	110	120	140	150	170	180	190	210
273	50	80	100	120	130	150	160	180	190	200	230
325	50	80	100	120	140	150	170	180	200	210	240
377	50	80	100	130	140	160	170	190	200	220	250
426	50	80	110	130	140	160	180	190	210	220	250
500	50	80	110	130	140	160	180	190	210	220	250
Плоская поверхность	60	100	130	160	180	210	240	260	290	320	370

Примечание.

Расчетная температура окружающего воздуха в помещении принята +20°С.

6.1.2. Проектирование тепловой изоляции трубопроводов по температуре на поверхности изоляции, отвечающей требованиям техники безопасности

Тепловую изоляцию трубопроводов по заданной температуре на поверхности выполняют в случае, когда тепловые потери трубопроводов не регламентированы, но, в соответствии с требованиями техники безопасности, необходимо защитить обслуживающий персонал от ожогов, или снизить тепловыделения помещений.

В соответствии с санитарными нормами и требованиями СНиП 2.04.14-88 температура поверхности изолированных трубопроводов, расположенных в помещении, не должна превышать 35 °С при температуре теплоносителя ниже 100 °С и 45 °С при температуре теплоносителя 100 °С и более. В обслуживаемой зоне на от-

												Лист
												12
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата							



крытом воздухе температура поверхности изоляции должна быть не выше 55 °С при металлическом защитном покрытии и 60 °С для других видов покрытия.

Толщина тепловой изоляции трубопроводов, определяемая по заданной температуре на ее поверхности, зависит от расположения изолируемого объекта (на открытом воздухе или в помещении), температуры окружающего воздуха (t_0), температуры теплоносителя (t_m), наружного диаметра трубопроводов (d_n) и коэффициента теплоотдачи от поверхности к окружающему воздуху (α_n).

При выборе защитного покрытия тепловой изоляции трубопроводов, расположенных в помещениях, следует учитывать радиационные свойства его поверхности. Для снижения толщины теплоизоляционного слоя рекомендуется применять защитное покрытие с высоким коэффициентом излучения (неметаллическое). Для тех же расчетных условий при металлическом защитном покрытии расчетная толщина изоляции существенно выше.

Толщина теплоизоляционного слоя, обеспечивающая заданную температуру на поверхности изоляции, определяется:

- для плоской и цилиндрической поверхности диаметром 2 м и более

$$\delta_k = \frac{\lambda_k (t_w - t_i)}{\alpha_e (t_i - t_e)}, \quad (6.8)$$

где t_i — температура поверхности изоляции, °С;

- для цилиндрических объектов диаметром менее 2 м по формуле (4), причем B следует определять по формуле

$$B \ln B = \frac{2\lambda_k (t_w - t_i)}{\alpha_e d (t_i - t_e)}, \quad (6.9)$$

В таблицах 6.6-6.7 приведены рекомендуемые значения толщин теплоизоляционных матов ТМ «БАТИЗ» для трубопроводов диаметром от 18 до 500 мм, применяемые в качестве тепловой изоляции трубопроводов, с целью соблюдения заданной температуры на поверхности изоляции.

В соответствии с п.3.6 СНиП 2.04.14-88, расчет произведен при температуре 20 °С в помещении и средней максимальной температуре самого жаркого месяца для г.Омска – на открытом воздухе.

										Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			6-06 / 6		13



Пример №2 (расчет толщины теплоизоляции по заданной температуре на поверхности изоляции)

Расчет толщины теплоизоляционного слоя из теплоизоляционных матов выполнен при следующих исходных данных:

- наружный диаметр изолируемого объекта (металлический трубопровод) – $d = 180$ мм;
- температура транспортируемого вещества – $t_w = 300$ °С;
- температура окружающей среды принята средняя максимальная температура самого жаркого месяца для г.Омска – $t_e = 25$ °С;
- температура поверхности изоляции должна быть не выше 55 °С при расположении трубопроводов в обслуживаемой зоне на открытом воздухе;
- теплопроводность теплоизоляционного материала ТМ «БАТИЗ» – $\lambda_k = 0,07$ Вт/(м·°С) при средней температуре теплоизоляционного материала 150 °С.

Для цилиндрических объектов диаметром менее 2 м толщина теплоизоляционного слоя определяется по формуле (6.4), определив предварительно значение показателя В (гидроизоляционное покрытие выполнено из тонколистовой стали).

$$B \ln B = \frac{2 \cdot 0,07 \cdot (300 - 55)}{6 \cdot 0,18 \cdot (55 - 25)} = 1,059 \Rightarrow B = 1,80.$$

Толщина теплоизоляционного слоя из теплоизоляционных матов ТМ «БАТИЗ» равна:

$$\delta_k = \frac{0,18}{2} \cdot (1,80 - 1) = 0,072 \approx 70 \text{ мм.}$$

									Лист
									14
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	6-06 / 6			



БАТИЗ

6.ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕПЛОЙ ИЗОЛЯЦИИ

47

Таблица 6.6

Толщина теплоизоляции из матов ТМ «БАТИЗ», отвечающая требованиям техники безопасности для трубопроводов, расположенных на открытом воздухе

Наружный диаметр D _н , мм	Тип покрытия	Температура теплоносителя, °С										
		50	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
1	2	Толщина тепловой изоляции, мм										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
18	мет.	-	10	30	50	70	90	120	150	180	210	240
	немет.	-	10	20	30	40	60	70	90	110	120	140
25	мет.	-	10	30	50	80	100	130	160	190	220	260
	немет.	-	10	20	30	50	60	80	90	110	130	150
32	мет.	-	10	30	60	80	110	140	170	200	240	270
	немет.	-	10	20	30	50	60	80	100	120	140	160
45	мет.	-	10	40	60	90	120	150	180	220	250	290
	немет.	-	10	20	40	50	70	90	110	130	150	170
57	мет.	-	10	40	60	90	120	150	190	230	270	310
	немет.	-	10	20	40	60	70	90	110	140	160	190
89	мет.	-	10	40	70	100	140	170	210	250	300	340
	немет.	-	10	20	40	60	80	100	130	150	180	210
114	мет.	-	10	40	70	100	140	180	220	270	310	360
	немет.	-	10	20	40	60	80	110	130	160	190	220
133	мет.	-	10	40	70	110	150	190	230	280	320	380
	немет.	-	10	20	40	60	90	110	140	170	190	230
159	мет.	-	10	40	80	110	150	190	240	290	340	390
	немет.	-	10	20	50	70	90	120	140	170	200	230
180	мет.	-	10	40	80	120	160	200	250	300	350	400
	немет.	-	10	30	50	70	90	120	150	180	210	240
219	мет.	-	10	50	80	120	160	210	260	310	360	420
	немет.	-	10	30	50	70	100	120	160	180	220	250
273	мет.	-	10	50	80	130	170	220	270	320	380	440
	немет.	-	10	30	50	70	100	130	160	190	230	260
325	мет.	-	20	50	90	130	180	230	280	340	400	460
	немет.	-	10	30	50	70	100	130	170	200	230	270
377	мет.	-	20	50	90	130	180	230	290	350	410	480
	немет.	-	10	30	50	70	100	130	170	200	240	280
426	мет.	-	20	50	90	130	180	240	300	360	420	490
	немет.	-	10	30	50	80	110	140	170	210	250	290
500	мет.	-	20	50	90	140	190	240	300	370	430	510
	немет.	-	10	30	50	80	110	140	180	210	250	300
Плоская поверхность	мет.	-	20	50	100	170	250	340	440	560	690	830
	немет.	-	10	30	50	90	130	170	230	290	350	430

Примечание.

Расчет произведен для средней максимальной температуры наиболее теплого месяца +25,0 °С (г.Омск).

												Лист
												15
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	6-06 / 6						



Таблица 6.7

Толщина теплоизоляции из матов ТМ «БАТИЗ», отвечающая требованиям техники безопасности для трубопроводов, расположенных в помещении

Наружный диаметр D _н , мм	Тип покрытия	Температура теплоносителя, °С										
		50	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
		Толщина тепловой изоляции, мм										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
18	мет.	10	20	40	60	80	110	140	170	210	240	280
	немет.	10	20	20	40	60	80	90	120	140	160	190
25	мет.	10	30	40	60	90	120	150	180	220	260	300
	немет.	10	20	30	40	60	80	100	120	150	180	200
32	мет.	10	30	40	70	90	130	160	190	230	270	320
	немет.	10	20	30	50	60	90	110	130	160	180	210
45	мет.	10	30	40	70	100	140	170	210	250	300	340
	немет.	10	20	30	50	70	90	110	140	170	200	230
57	мет.	10	30	50	70	110	140	180	220	260	310	360
	немет.	10	20	30	50	70	100	120	150	180	210	240
89	мет.	10	30	50	80	120	160	200	240	290	340	400
	немет.	10	20	30	60	80	110	130	170	200	230	270
114	мет.	10	30	50	90	120	170	210	260	310	360	420
	немет.	10	20	30	60	80	110	140	170	210	250	280
133	мет.	10	30	50	90	130	170	220	270	320	380	440
	немет.	10	20	30	60	90	120	150	180	220	250	290
159	мет.	10	30	50	90	130	180	230	280	330	390	450
	немет.	10	20	40	60	90	120	150	190	230	270	310
180	мет.	10	30	50	90	140	180	230	290	340	400	470
	немет.	10	20	40	60	90	120	160	190	230	270	320
219	мет.	10	40	60	100	140	190	240	300	360	420	490
	немет.	10	20	40	60	90	130	160	200	240	280	330
273	мет.	10	40	60	100	150	200	250	310	380	440	510
	немет.	10	20	40	70	100	130	170	210	250	300	350
325	мет.	10	40	60	100	150	210	260	330	390	460	530
	немет.	10	20	40	70	100	140	180	220	260	310	360
377	мет.	10	40	60	110	160	210	270	340	400	480	550
	немет.	10	20	40	70	100	140	180	220	270	320	370
426	мет.	10	40	60	110	160	220	280	350	420	490	570
	немет.	10	20	40	70	100	140	180	230	280	330	380
500	мет.	10	40	60	110	160	220	290	360	430	510	590
	немет.	10	20	40	70	110	150	190	240	290	340	390
Плоская поверхность	мет.	10	40	70	130	210	300	410	540	680	830	1000
	немет.	10	10	40	70	110	170	220	290	370	460	550

Примечание.

Расчетная температура окружающего воздуха в помещении принята +20 °С.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	---------	------	--------	-------	------

6.1.3. Проектирование тепловой изоляции трубопроводов по заданному снижению (повышению) температуры вещества, транспортируемого по трубопроводам

Расчет требуемой толщины теплоизоляции трубопроводов по заданному снижению температуры вещества выполняется при необходимости доставить до потребителя теплоноситель или вещество с заданными конечными параметрами по температуре.

Толщина теплоизоляции, в этом случае, будет зависеть от начальной и конечной температуры транспортируемого вещества, свойств вещества, объема транспортируемого вещества, средней температуры наиболее холодной пятидневки и дальности доставки транспортируемого вещества.

Толщина теплоизоляционного слоя, определяемая по заданному снижению (повышению) температуры вещества, транспортируемого трубопроводами, рассчитывается по формуле (6.4), причем r_{tot} следует определять по формулам:

$$\text{при } \frac{t_{w1} - t_e}{t_{w2} - t_e} \geq 2$$

$$r_{tot} = \frac{3,6lK_{red}}{G_w c_w \ln \frac{t_{w1} - t_e}{t_{w2} - t_e}}, \quad (6.10)$$

$$\text{при } \frac{t_{w1} - t_e}{t_{w2} - t_e} < 2$$

$$r_{tot} = \frac{3,6lK_{red}(t_{wm} - t_e)}{G_w c_w (t_{w1} - t_{w2})}, \quad (6.11)$$

где G_w – расход вещества, кг/ч; 3.6 – коэффициент приведения единицы теплоемкости, кДж/(кг·°С) к единице Вт·ч/(кг·°С); t_{wm} – средняя температура вещества, °С; c_w – удельная теплоемкость вещества, кДж/(кг·°С); t_{w1} – начальная температура вещества, °С; t_{w2} – конечная температура вещества, °С; K_{red} – коэффициент, учитывающий дополнительный поток теплоты через опоры, принимаемый согласно табл. 4 СНиП 2.04.14-88.

Формулы (6.10) и (6.11) применяются для газопроводов сухого газа, если отношение $(t_{w1} / P) < 5$, где P – давление газа, МПа. Для паропроводов перегретого пара



в знаменатель формулы (6.10) следует поставить произведение расхода пара на разность удельных энтальпий пара в начале и конце трубопровода.

						6-06 / 6	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		18

**Пример №3 (расчет толщины теплоизоляции по заданному снижению температуры вещества, транспортируемого по трубопроводам)**

Расчет толщины теплоизоляционного слоя из теплоизоляционных матов выполнен при следующих исходных данных:

- наружный диаметр изолируемого объекта (металлический трубопровод) – $d = 180$ мм;
- средняя температура транспортируемого вещества – $t_{wm} = 122,5$ °С;
- температура окружающей среды принята, как средняя температура наиболее холодной пятидневки для г. Омска – $t_e = -37$ °С;
- начальная температура вещества $t_{w1} = 150$ °С;
- конечная температура вещества $t_{w2} = 95$ °С;
- расход вещества – $G_w = 3200$ кг/ч при удельной теплоемкости транспортируемого вещества (вода) – $c_w = 4,187$ кДж/(кг·°С);
- длина теплоотдающего объекта (трубопровода) – $l = 3000$ м;
- теплопроводность теплоизоляционного материала – $\lambda_k = 0,049$ Вт/(м·°С) при средней температуре теплоизоляционного материала 61 °С.

Для цилиндрических объектов диаметром менее 2 м толщина теплоизоляционного слоя определяется по формуле (6.4), определив предварительно значение показателя B по формуле (6.5).

Поскольку:

$$\frac{t_{w1} - t_e}{t_{w2} - t_e} = \frac{150 - (-37)}{95 - (-37)} = 1,42 < 2, \text{ то сопротивление теплопередачи на } 1 \text{ м длины}$$

теплоизоляционной конструкции цилиндрических объектов диаметром менее 2 м определяется по формуле (6.11).

Тогда значение показателя B будет равно:

$$\ln B = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,049 \left[\frac{3,6 \cdot 3000 \cdot 1,15 \cdot (122,5 - (-37))}{3200 \cdot 4,187 \cdot (150 - 95)} - \frac{1}{29 \cdot 3,14 \cdot (0,18 + 0,1)} \right] = 0,82 \Rightarrow B = 2,26$$

Толщина теплоизоляционного слоя из теплоизоляционных матов равна:

$$\delta_k = \frac{0,18}{2} \cdot (2,26 - 1) = 0,113 \approx 120 \text{ мм}.$$

										Лист
										19
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				6-06 / 6	



6.1.4. Проектирование тепловой изоляции трубопроводов с целью предотвращения конденсации влаги на поверхности изоляции оборудования и трубопроводов

Толщину тепловой изоляции с целью предотвращения конденсации влаги из воздуха на поверхности изоляции выполняют для трубопроводов, расположенных в помещении и транспортирующих веществ с температурой ниже температуры окружающего воздуха, в том числе холодную воду. Для трубопроводов, расположенных на открытом воздухе, такой расчет не выполняют.

На величину толщины теплоизоляционного слоя для предотвращения конденсации влаги из воздуха на поверхности теплоизоляционной конструкции влияют относительная влажность окружающего воздуха (ϕ), температура воздуха в помещении (t_e) и вид защитного покрытия. При использовании покрытия с высоким коэффициентом излучения, расчетная толщина изоляции существенно ниже.

Для определения толщины изоляции следует задать температуру на поверхности изоляции (t_i), выше «точки росы» при температуре и относительной влажности окружающего воздуха (ϕ) в помещении.

Допустимый перепад температур ($t_e - t_i$) следует принимать по таблице 6.8.

Таблица 6.8

Допустимый перепад температур

Температура окружающего воздуха, °С	Расчетный перепад $t_e - t_i$, °С, при относительной влажности окружающего воздуха, %				
	50	60	70	80	90
1	2	3	4	5	6
10	10,0	7,4	5,2	3,3	1,6
15	10,3	7,7	5,4	3,4	1,6
20	10,7	8,0	5,6	3,6	1,7
25	11,1	8,4	5,9	3,7	1,8
30	11,6	8,6	6,1	3,8	1,8

Толщина теплоизоляционного слоя, обеспечивающая предотвращение конденсации влаги из воздуха на поверхности изолированного объекта определяется по формулам:

- для плоской и цилиндрической поверхности диаметром 2 м и более

$$\delta_k = \frac{\lambda_k}{\alpha_e} \left(\frac{t_e - t_w}{t_e - t_i} - 1 \right), \quad (6.12)$$

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	---------	------	--------	-------	------

- для цилиндрических объектов диаметром менее 2 м – по формуле (6.4), где В следует определять по формуле

$$B \ln B = \frac{2\lambda_k}{\alpha_e d} \left(\frac{t_e - t_w}{t_e - t_i} - 1 \right), \quad (6.13)$$

Рекомендуемая толщина тепловой изоляции из теплоизоляционных матов, рассчитанная при температуре воздуха в помещении 20 °С и относительной влажности 80% приведена в таблице 6.9.

При других температурах и влажности толщину изоляции рекомендуется определять по формуле 6.12 и 6.13.

С повышением относительной влажности воздуха толщина изоляции значительно возрастает.

Пример №4 (расчет толщины теплоизоляции с целью предотвращения конденсации влаги на поверхности изоляции оборудования и трубопроводов)

Расчет толщины теплоизоляционного слоя из теплоизоляционных матов выполнен при следующих исходных данных:

- наружный диаметр изолируемого объекта (металлический трубопровод) – $d = 180$ мм;
- температура транспортируемого вещества – $t_w = 5$ °С;
- температура окружающей среды (температура воздуха в помещении) принята – $t_e = 20$ °С;
- относительная влажность $\varphi = 80$ %;
- теплопроводность теплоизоляционного материала – $\lambda_k = 0,041$ Вт/(м·°С).

Допустимый температурный перепад между температурой окружающей среды и температурой на поверхности изоляции принят по таблице 8 [5] при относительной влажности воздуха 80 % и составляет 3,6 °С.

Для цилиндрических объектов диаметром менее 2 м толщина теплоизоляционного слоя определяется по формуле (6.4), определив предварительно значение показателя В (гидроизоляционное покрытие выполнено из тонколистовой стали).

$$B \ln B = \frac{2 \cdot 0,041}{5 \cdot 0,18} \cdot \left(\frac{20 - 5}{3,6} - 1 \right) = 0,289 \Rightarrow B = 1,258$$



Толщина теплоизоляционного слоя из теплоизоляционных матов равна:

$$\delta_k = \frac{0,18}{2} \cdot (1,258 - 1) = 0,023 \approx 30 \text{ мм.}$$

Таблица 6.9

Толщина теплоизоляции из матов ТМ «БАТИЗ», предотвращающая конденсацию влаги из воздуха на поверхности защитного покрытия для трубопроводов, расположенных в помещении

Наружный диаметр D_n , мм	Тип покрытия	Температура теплоносителя, °С										
		15	10	5	0	-5	-10	-20	-30	-40	-50	-60
		Толщина тепловой изоляции, мм										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
18	мет.	10	10	20	20	30	30	40	50	60	70	70
	немет.	0	10	10	20	20	30	30	40	50	50	60
25	мет.	10	10	20	30	30	40	50	50	60	70	80
	немет.	0	10	20	20	20	30	40	40	50	60	60
32	мет.	10	10	20	30	30	40	50	60	70	70	80
	немет.	0	10	20	20	30	30	40	40	50	60	60
45	мет.	10	10	20	30	30	40	50	60	70	80	90
	немет.	0	10	20	20	30	30	40	50	60	60	70
57	мет.	10	10	20	30	40	40	50	70	80	90	90
	немет.	0	10	20	20	30	30	40	50	60	70	70
89	мет.	10	20	20	30	40	50	60	70	80	90	100
	немет.	0	10	20	20	30	40	50	50	60	70	80
114	мет.	10	20	20	30	40	50	60	70	90	100	110
	немет.	0	10	20	30	30	40	50	60	70	80	80
133	мет.	10	20	30	30	40	50	60	80	90	100	110
	немет.	0	10	20	30	30	40	50	60	70	80	90
159	мет.	10	20	30	30	40	50	70	80	90	110	120
	немет.	0	10	20	30	30	40	50	60	70	80	90
180	мет.	10	20	30	30	40	50	70	80	90	110	120
	немет.	0	10	20	30	30	40	50	60	70	80	90
219	мет.	10	20	30	40	40	50	70	80	100	110	120
	немет.	0	10	20	30	30	40	50	60	70	90	100
273	мет.	10	20	30	40	50	50	70	90	100	120	130
	немет.	0	10	20	30	30	40	50	70	80	90	100
325	мет.	10	20	30	40	50	50	70	90	100	120	130
	немет.	0	10	20	30	30	40	50	70	80	90	100
377	мет.	10	20	30	40	50	60	70	90	110	120	140
	немет.	0	10	20	30	30	40	60	70	80	90	100
426	мет.	10	20	30	40	50	60	70	90	110	120	140
	немет.	0	10	20	30	30	40	60	70	80	90	110
500	мет.	10	20	30	40	50	60	80	90	110	130	140
	немет.	0	10	20	30	40	40	60	70	80	100	110
Плоская поверхность	мет.	10	20	30	40	50	60	90	110	130	150	180
	немет.	0	10	20	30	40	50	60	80	90	110	130

6.2. Тепловая изоляция ограждающих конструкций зданий

Одним из наиболее важных факторов, обеспечивающих комфорт в жилых и гражданских зданиях, являются правильно выполненная теплоизоляция и вентиляция. Устройство эффективной теплоизоляции ограждающих конструкций позволяют снизить расходы на отопление в течение всего срока эксплуатации. Здание следует проектировать и строить таким образом, чтобы теплоизоляция оставалась сухой и сквозь неё не проникал воздушный поток. Наилучших результатов можно добиться при соблюдении следующих принципов:

- наружная облицовка здания должна быть достаточно герметичной, чтобы препятствовать проникновению ветра и осадков внутрь строительных конструкций;
- между наружным облицовочным и теплоизоляционным слоями (в конструкциях совмещенных покрытий) зданий должен быть предусмотрен вентиляционный зазор для обеспечения удаления влаги;
- на наружной поверхности теплоизоляции должна быть предусмотрена ветрозащита, препятствующая проникновению сквозь слой изоляции воздушных потоков;
- оптимальная степень теплоизоляции достигается в том случае, когда внутри здания имеется паро-воздухонепроницаемый слой, а снаружи теплоизоляции – достаточная паропроницаемая ветрозащита;
- с внутренней стороны помещения теплоизоляция должна быть покрыта герметичным воздухо-паронепроницаемым слоем; особое внимание следует обращать на изоляцию швов.

Изоляционный материал следует устанавливать таким образом, чтобы он плотно прилегал к ограждающим конструкциям и друг к другу.

Толщина теплоизоляционного слоя должна выбираться в соответствии с требованиями СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий» и ТСН 23-338-2002 «Энергосбережение в гражданских зданиях».

Необходимо учитывать, что все изложенные выше принципы выполняются при наличии в помещении системы вентиляции.

Необходимость устройства эффективной пароизоляции обусловлена процессом постоянной диффузии водяных паров через ограждающую конструкцию из теплого помещения наружу, вследствие разницы давлений водяных паров внутреннего и наружного воздуха. Проходя через паропроницаемые конструкции ограждения,



влага испаряется наружу. Но если у наружной поверхности ограждения расположен слой материала, не пропускающий или плохо пропускающий водяные пары, то влага начинает скапливаться у границы паронепроницаемого слоя, вызывая увлажнение конструкции.

При проектировании и изготовлении строительных конструкций следует также обращать внимание на необходимость удаления влаги, как из самой конструкции, так и влаги, проникающей извне. Это обеспечивается благодаря способности изоляционного материала из супертонкого базальтового волокна отдавать влагу в окружающее пространство в том случае, когда между теплоизоляцией и наружным отделочным слоем конструкции оставлен достаточный вентиляционный зазор (это относится к совмещенным покрытиям). Удаление влаги из конструкции имеет важное значение и потому, что это позволяет избежать образования гнили и плесени. Повышенная влажность теплоизоляционного материала может сокращать срок эксплуатации конструкции, приводить к избыточным расходам тепловой энергии на отопление и ухудшению микроклимата в помещениях.

При отсутствии пароизоляционного слоя со стороны помещения необходимо проводить влажностный расчет ограждающей конструкции с целью обеспечения условия недопустимости накопления влаги за годовой период эксплуатации и из условия ограничения влаги за период с отрицательными среднемесячными температурами наружного воздуха согласно [8].

6.2.1. Общие данные по устройству теплоизоляции

Теплоизоляция перекрытий над подвалами и холодными подпольями теплоизоляционными матами ТМ «БАТИЗ»

1. Утепление пола первого этажа необходимо выполнять при наличии под домом холодного подполья или подвала. В качестве теплоизоляционного слоя могут быть применены маты на основе базальтового супертонкого волокна ТМ «БАТИЗ».

Конструктивное решение такого перекрытия, при рассмотрении отдельных слоев конструкции снизу-вверх, может выглядеть следующим образом:

- подшивка из досок;
- теплоизоляционные маты, уложенные между несущими деревянными балками;

								Лист
								24
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	6-06 / 6		

- пароизоляционный слой;
- покрытие пола из досок или паркетных щитов;
- устройство чистого пола.

При опирании несущих деревянных балок перекрытия на цокольные участки стен, в местах их опирания, рекомендуется выполнять гидроизоляцию для исключения увлажнения древесины. Для защиты подполья или подвала от увлажнения и возможности удаления существующей влаги необходимо обеспечить их вентиляцию через специальные продухи, расположенные в цокольных участках стен.

Теплоизоляционный материал, в данном случае, укладывается на доски или щиты, опираемые на черепные бруски. Кроме того, утеплитель необходимо защитить от увлажнения с внутренней стороны помещений (с теплой стороны) слоем пароизоляции из пергамина, рубероида, полиэтиленовой пленки и других материалов. Для обеспечения эффективной паронепроницаемости перехлест полотнищ пароизоляции рекомендуется выполнять на 100~150 мм. Края полотнищ пароизоляции необходимо заводить на стену, на высоту около 50~100 мм и закреплять плинтусом.

Изменение сопротивления теплопередаче перекрытия над холодными подвалами данного конструктивного решения при увеличении толщины теплоизоляционного слоя из теплоизоляционных матов ТМ «БАТИЗ» для условий г.Омска представлены в таблице 6.10.

Таблица 6.10

Значения сопротивления теплопередаче перекрытия над холодными подвалами при различных толщинах теплоизоляционного слоя из теплоизоляционных матов ТМ «БАТИЗ» (для условий г.Омска)

Толщина слоя теплоизоляции минераловатных матов, мм	Сопротивление теплопередаче перекрытия, (м ² ·°С)/Вт
125	3,60
150	4,21
175	4,82
200	5,43
225	6,04
250	6,65
275	7,26
300	7,87

2. При применении в качестве несущей конструкции перекрытия железобетонной плиты, полы в помещениях также выполняются по лагам, уложенным на плиту перекрытия с определенным шагом, а пространство между лагами укладываются



теплоизоляционные маты. Условие устройства пароизоляционного слоя в этом случае также является обязательным.

3. Необходимо отметить, что при устройстве в здании отапливаемого («теплого») подвала также рекомендуется производить утепление перекрытия, поскольку температура в подвале может быть ниже температуры эксплуатируемых помещений первого этажа. В этом случае теплоизоляционный слой укладывается на обшивку, прикрепленную к балкам снизу, а обшивка может быть выполнена из гипсобетонных, гипсокартонных листов или досок.

4. При устройстве полов по грунту, утепление производится с обеспечением защиты от капиллярного поднятия влаги из грунта в утепляющие слои. Для этого на подготовленный грунт следует выполнить засыпку из 15-ти сантиметрового слоя песка, затем устроить бетонную стяжку толщиной 50 мм, а поверх уложить слой гидроизоляции из двух слоев рубероида, гидроизола или других гидроизоляционных материалов. Затем на деревянных прокладках или кирпичных столбиках с деревянными прокладками установить лаги, а между ними уложить теплоизоляционный материал.

Конструктивные решения всех вышеописанных вариантов представлены в приложении Б.

Теплоизоляция чердачных перекрытий матами ТМ «БАТИЗ»

Теплоизоляция чердачного перекрытия выполняется теплоизоляционными матами, уложенными на слой эффективной пароизоляции из полиэтиленовой пленки или другого пароизоляционного материала с «теплой» стороны утеплителя, для защиты его от увлажнения водяными парами внутреннего воздуха помещений.

Обеспечение эффективной теплоизоляции чердачного перекрытия достигается путем укладки теплоизоляционных матов без разрывов и зазоров.

При эксплуатации здания необходимо обеспечить вентилирование чердачного пространства через слуховые окна, отверстия на фронтонах, щелевые отверстия в нижней части карниза и на коньке. Площадь вентиляционных отверстий не должна быть меньше требуемой площади, установленной нормативными документами (в соответствии с СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий» пло-

							Лист
						6-06 / 6	
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		26



щадь отверстий для вентилирования чердачного пространства «холодных» чердаков должна быть не менее 0,001 площади перекрытия).

Для эффективной теплоизоляции чердачного перекрытия поверх теплоизоляционных матов рекомендуется установить ветрозащитный паропроводящий материал.

При необходимости дополнительного утепления существующих чердачных перекрытий минераловатные маты допускается укладывать поверх старой теплоизоляции, которую необходимо предварительно просушить.

Преимущество матов для применения в качестве теплоизоляции чердачного перекрытия заключается в том, что они хорошо обжимаются при укладке (отсутствие зазоров между отдельными матами), а также им легко придать требуемую форму и уложить практически в любом месте.

Требуемые толщины теплоизоляционных матов при утеплении чердачных перекрытий жилых, общественных и производственных зданий для различных городов РФ представлены в таблице 6.13.

Теплоизоляция совмещенных покрытий мансардных этажей матами ТМ «БАТИЗ»

При устройстве мансардных этажей необходимо выполнять утепление всех горизонтальных и наклонных поверхностей. Для обеспечения эффективной теплозащиты и долговечности конструкций с внутренней стороны утепляющего слоя необходимо уложить пароизоляционный слой из полиэтиленовой пленки или другого пароизоляционного материала. Затем между стропильными конструкциями уложить минераловатные маты, без образования зазоров и щелей, а после выполнить обшивку досками, вагонкой, гипсокартонными листами и другими материалами.

Для возможности свободного удаления влаги из утепляющего слоя между утеплителем и покрытием кровли необходимо предусматривать вентилируемые воздушные прослойки. Минимальный размер поперечного сечения этих прослоек не должен быть менее 40 мм. Приточные отверстия следует устраивать в карнизной части, а вытяжные с противоположной стороны здания или в коньке. Суммарное сечение как приточных, так и вытяжных отверстий рекомендуется назначать в пределах 0,002 ~ 0,001 от горизонтальной проекции покрытия.

						6-06 / 6	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		27



Волокнистые теплоизоляционные материалы в вентилируемых покрытиях должны быть защищены от воздействия вентилируемого воздуха паропроницаемыми пленочными покрытиями.

Теплоизоляционные маты ТМ «БАТИЗ» возможно применять и при реконструкции зданий при утеплении мансардных помещений с недостаточной теплозащитой. В этом случае маты могут быть применены в качестве дополнительного слоя теплоизоляции.

На наклонных поверхностях мансардных этажей теплоизоляционные маты укладываются между брусками, расположенными вертикально. Шаг брусков должен соответствовать размеру утепляющих матов. Минераловатные маты укладывают с «обжатием» деревянных брусков. Перехлест полотнищ пароизоляционного слоя также должен составлять 100~150 мм. Устанавливать пароизоляционный слой необходимо с «теплой» стороны утеплителя для его защиты от увлажнения водяными парами внутреннего воздуха.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

6.2.2. Нормативные требования по уровню теплозащиты ограждающих конструкций

Наружные ограждающие конструкции должны быть запроектированы таким образом, чтобы их приведенное сопротивление теплопередаче R_o было не меньше нормируемого значения R_{req} .

Для проектирования ограждающих конструкций устанавливаются три показателя тепловой защиты:

1. Приведенное сопротивление теплопередаче отдельных элементов ограждающих конструкций.
2. Санитарно-гигиенический, который включает температурный перепад между температурами внутреннего воздуха и на поверхности ограждающей конструкции и температуру на внутренней поверхности выше температуры точки росы.
3. Удельный расход тепловой энергии на отопление здания.

Требования тепловой защиты здания считаются выполненными, если соблюдены требования показателей «1» и «2» или «2» и «3» для жилых и общественных зданий; «1» и «2» - для зданий производственного назначения.

Нормируемые значения сопротивления теплопередаче R_{req} в зависимости от градусо-суток отопительного периода района строительства D_d принимаются по таблице 4 [8].

Градусо-сутки отопительного периода D_d , °С·сут, определяют по формуле

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

где t_{int} – расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания, °С, принимаемая по нормам проектирования соответствующих зданий; t_{ht} , Z_{ht} – средняя температура наружного воздуха, °С, и продолжительность, сут., отопительного периода, принимаемые по [7] для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 10 °С – при проектировании лечебно-профилактических, детских учреждений и домов-интернатов для престарелых, и не более 8 °С – остальных случаях.

Для производственных зданий с избытком явной теплоты более 23 Вт/м³ и зданий, предназначенных для сезонной эксплуатации, а также зданий с расчетной температурой внутреннего воздуха 12 °С и ниже приведенное сопротивление теп-



лопередаче ограждающих конструкций следует принимать не менее значений, определяемых по формуле

$$R_{\text{req}} = \frac{n \cdot (t_{\text{int}} - t_{\text{ext}})}{\Delta t_n \cdot \alpha_{\text{int}}},$$

где n – коэффициент, учитывающий зависимость положения наружной поверхности ограждающей конструкции по отношению к наружному воздуху, принимаемый по таблице 6 [8]; Δt_n – нормируемый температурный перепад между температурой внутреннего воздуха t_{int} и температурой внутренней поверхности t_{int} ограждающей конструкции, °С, принимаемый по таблице 5 [8]; α_{int} – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, Вт/(м²·°С), принимаемый по таблице 7 [8]; t_{ext} – расчетная температура наружного воздуха в холодный период года, °С, принимаемая равной средней температуре наиболее холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 по [7].

Для определения нормируемого сопротивления теплопередаче внутренних ограждающих конструкций при разности расчетных температур воздуха между помещениями 6 °С и более следует принимать коэффициент n , равным 1 и вместо t_{ext} – расчетную температуру воздуха более холодного помещения.

Из условия ограничения температуры и конденсации влаги на внутренней поверхности ограждающей конструкции определяется расчетный температурный перепад Δt_o , °С, между температурой внутреннего воздуха и температурой внутренней поверхности ограждающей конструкции, который не должен превышать нормируемых величин Δt_n , °С, установленных в таблице 5 [8]. Определяется Δt_o по формуле

$$\Delta t_o = \frac{n \cdot (t_{\text{int}} - t_{\text{ext}})}{R_o \cdot \alpha_{\text{int}}},$$

где R_o – приведенное сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций, м²·°С/Вт.

Значения требуемого приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен и покрытий жилых и общественных зданий (для некоторых климатических районов) представлены в таблице 6.11. Нормативные значения для перекрытий над холодными проездами и неотапливаемыми подпольями и подвалами не рас-

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата



смаываются вследствие ограниченности применения мягких матов в данных конструкциях.

Таблица 6.11

Значения требуемого приведенного сопротивления теплопередаче наружных стен и покрытий жилых и общественных зданий
(для некоторых климатических районов)

Здания и помещения	Градусо-сутки отопительного периода D_d , °С·сут.	Продолжительность отопительного периода Z_{ht} , сут	Расчетная температура наружного воздуха t_{ext} , °С	Требуемое значение сопротивления теплопередаче R_{req} , м ² ·°С/Вт, ограждающих конструкций		
				стен	покрытий	чердачных перекрытий
1	2	3	4	5	6	7
г.Анадырь						
Жилые	9486	311	-40	4,72	6,94	6,17
Обществ.	8864			3,86	5,15	4,40
Произв.	8242			2,65	3,56	2,65
г.Астрахань						
Жилые	4155	167	-23	2,85	4,28	3,77
Обществ.	3206			2,16	2,88	2,42
Произв.	2872			1,57	2,22	1,57
г.Барнаул						
Жилые	6122	227	-39	3,54	5,26	4,65
Обществ.	5680			2,90	3,87	3,29
Произв.	5380			2,08	2,85	2,08
г.Владивосток						
Жилые	4684	196	-24	3,04	4,54	4,01
Обществ.	4292			2,49	3,32	2,80
Произв.	9300			1,78	2,48	1,78
г.Волгоград						
Жилые	3952	178	-25	2,78	4,18	3,68
Обществ.	3596			2,28	3,04	2,56
Произв.	3240			1,65	2,31	1,65
г.Екатеринбург						
Жилые	5980	230	-35	3,49	5,19	4,59
Обществ.	5520			2,86	3,81	3,23
Произв.	5060			2,01	2,77	2,01
г.Иркутск						
Жилые	6840	240	-36	3,79	5,62	4,98
Обществ.	6360			3,11	4,14	3,53
Произв.	5880			2,18	2,97	2,18
г.Калининград						
Жилые	3756	193	-19	2,71	4,08	3,59
Обществ.	3686			2,31	3,07	2,59
Произв.	2876			1,58	2,22	1,58
г.Калуга						
Жилые	5983	210	-27	3,49	5,19	4,59
Обществ.	5551			2,87	3,82	3,24
Произв.	3969			1,79	2,49	1,79
г.Кемерово						
Жилые	6537	231	-39	3,69	5,47	4,84
Обществ.	6075			3,02	4,03	3,43
Произв.	5613			2,12	2,90	2,12



Продолжение таблицы 6.11

Здания и помещения	Градусо-сутки отопительного периода $D_{от}$, °С·сут.	Продолжительность отопительного периода $Z_{от}$, сут	Расчетная температура наружного воздуха t_{ext} , °С	Требуемое значение сопротивления теплопередаче R_{req} , м ² ·°С/Вт, ограждающих конструкций		
				стен	покрытый	чердачных перекрытий
1	2	3	4	5	6	7
г.Красноярск						
Жилые	6341	234	-40	3,62	5,37	4,75
Обществ.	5873			2,96	3,95	3,36
Произв.	5405			2,08	2,85	2,08
г.Краснодар						
Жилые	3278	149	-19	2,55	3,84	3,38
Обществ.	2980			2,09	2,79	2,34
Произв.	2086			1,42	2,02	1,42
г.Курильск						
Жилые	4585	227	-15	3,00	4,49	3,96
Обществ.	4131			2,44	3,25	2,75
Произв.	3677			1,74	2,42	1,74
г.Курган						
Жилые	5983	216	-37	3,49	5,19	4,59
Обществ.	5551			2,87	3,82	3,24
Произв.	5119			2,02	2,78	2,02
г.Мурманск						
Жилые	6380	275	-27	3,63	5,36	4,77
Обществ.	5830			2,95	3,93	3,34
Произв.	5280			2,06	2,82	2,06
г.Москва						
Жилые	4943	214	-28	3,13	4,67	4,12
Обществ.	4515			2,55	3,41	2,88
Произв.	4087			1,82	2,52	1,82
г.Новосибирск						
Жилые	6601	230	-39	3,71	5,50	4,87
Обществ.	6141			3,04	4,06	3,45
Произв.	5681			2,14	2,92	2,14
г.Омск						
Жилые	6276	221	-37	3,60	5,34	4,72
Обществ.	5834			2,95	3,93	3,34
Произв.	5392			2,08	2,85	2,08
г.Оймякон						
Жилые	12670	286	-53	5,82	8,54	7,60
Обществ.	12098			4,83	6,44	5,53
Произв.	11526			3,31	4,38	3,31
г.Салехард						
Жилые	9169	292	-42	4,61	6,78	6,03
Обществ.	8585			3,78	5,03	4,30
Произв.	8001			2,60	3,50	2,60
г.Сургут						
Жилые	7684	257	-43	4,09	6,04	5,36
Обществ.	7170			3,35	4,47	3,81
Произв.	6656			2,33	3,16	2,33
г.Томск						
Жилые	6702	236	-40	3,75	5,55	4,92
Обществ.	6230			3,07	4,09	3,48
Произв.	5758			2,15	2,94	2,15



Окончание таблицы 6.11

Здания и помещения	Градусо-сутки отопительного периода D_d , °С·сут.	Продолжительность отопительного периода Z_{ht} , сут	Расчетная температура наружного воздуха t_{ext} , °С	Требуемое значение сопротивления теплопередаче R_{req} , м ² ·°С/Вт, ограждающих конструкций		
				стен	покрытый	чердачных перекрытый
1	2	3	4	5	6	7
г.Тында						
Жилые	8953	258	-42	4,53	6,68	5,93
Обществ.	8437			3,73	4,97	4,25
Произв.	7921			2,58	3,48	2,58
г.Тюмень						
Жилые	6120	225	-38	3,54	5,26	4,65
Обществ.	5670			2,90	3,87	3,28
Произв.	5220			2,04	2,81	2,04
г.Хабаровск						
Жилые	6182	211	-31	3,56	5,29	4,68
Обществ.	5760			2,93	3,90	3,32
Произв.	5338			2,07	2,83	2,07
г.Ханты-Мансийск						
Жилые	7200	250	-41	3,92	5,80	5,14
Обществ.	6700			3,21	4,28	3,65
Произв.	6200			2,24	3,05	2,24
г.Чита						
Жилые	7599	242	-38	4,06	6,00	5,32
Обществ.	7115			3,33	4,45	3,79
Произв.	6631			2,33	3,16	2,33
г.Якутск						
Жилые	10394	256	-54	5,04	7,40	6,58
Обществ.	9882			4,16	5,55	4,76
Произв.	9370			2,87	3,84	2,87

Примечание.

- Жилые – жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития;
Обществ. – общественные, кроме указанных в обозначении «жилые», административные и бытовые, производственные и другие здания и помещения с влажным и мокрым режимом;
Произв. – производственные с сухим и нормальным режимами.
- Расчетная температура наружного воздуха (t_{ext}) и градусо-сутки отопительного периода (D_d) определены в соответствии со СНиП 23-01-99 «Строительная климатология».
- Величины требуемого сопротивления теплопередаче (R_{req}) приняты согласно СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий».

																			Лист	
																				33
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата															



Температура внутренней поверхности ограждающих конструкций в зоне теплопроводных включений должна быть не ниже температуры точки росы внутреннего воздуха при расчетной температуре наружного воздуха в холодный период года.

Изменение значения температуры точки росы в зависимости от относительной влажности внутреннего воздуха в табличном и графическом видах представлено в таблице 6.12 и на рис.6.1.

Таблица 6.12

Температура «точки росы» $t_d, ^\circ\text{C}$, для некоторых значений температур и относительной влажности воздуха *

$t_{int},$ $^\circ\text{C}$	Относительная влажность воздуха $\phi_v, \%$										
	30	35	40	45	50	55	60	65	70	80	90
-5	-18,4	-16,8	-15,30	-14,04	-12,90	-11,84	-10,83	-9,96	-9,11	-7,62	-6,24
-4	-17,5	-15,8	-14,40	-13,10	-11,93	-10,84	-9,89	-8,99	-8,11	-6,62	-5,24
-3	-16,6	-14,9	-13,42	-12,16	-10,98	-9,91	-8,95	-7,99	-7,16	-5,62	-4,24
-2	-15,7	-14,0	-12,58	-11,22	-10,04	-8,98	-7,95	-7,04	-6,21	-4,62	-3,34
-1	-14,7	-13,0	-11,61	-10,28	-9,10	-7,98	-7,00	-6,09	-5,21	-3,66	-2,34
0	-13,9	-12,2	-10,65	-9,34	-8,16	-7,05	-6,06	-5,14	-4,26	-2,58	-1,34
1	-13,1	-11,3	-9,85	-8,52	-7,32	-6,22	-5,21	-4,26	-3,40	-1,82	-0,41
2	-12,2	-10,6	-9,07	-7,72	-6,52	-5,39	-4,38	-3,44	-2,56	-0,97	-0,52
3	-11,6	-9,7	-8,22	-6,88	-5,66	-4,53	-3,52	-2,57	-1,69	-0,08	1,52
4	-10,6	-9,0	-7,45	-6,07	-4,84	-3,74	-2,70	-1,75	-0,87	0,87	2,50
5	-9,9	-8,2	-6,66	-5,26	-4,03	-2,91	-1,87	-0,92	-0,01	1,83	3,49
6	-9,1	-7,4	-5,81	-4,45	-3,22	-2,08	-1,04	-0,08	0,94	2,80	4,48
7	-8,2	-6,6	-5,01	-3,64	-2,39	-1,25	-0,21	0,87	1,90	3,77	5,47
8	-7,6	-5,8	-4,21	-2,83	-1,56	-0,42	-0,72	1,82	2,86	4,77	6,46
9	-6,8	-5,0	-3,41	-2,02	-0,78	0,46	1,66	2,77	3,82	5,74	7,45
10	-6,0	-4,2	-2,62	-1,22	0,08	1,39	2,60	3,72	4,78	6,71	8,44
11	-5,2	-3,4	-1,83	-0,42	0,98	1,32	3,54	4,68	5,74	7,68	9,43
12	-4,5	-2,6	-1,04	0,44	1,90	3,25	4,48	5,63	6,70	8,65	10,42
13	-3,7	-1,9	-0,25	1,35	2,82	4,18	5,42	6,58	7,66	9,62	11,41
14	-2,9	-1,0	0,63	2,26	3,76	5,11	6,36	7,53	8,62	10,59	12,40
15	-2,2	-0,3	1,51	3,17	4,68	6,04	7,30	8,48	9,58	11,59	13,38
16	-1,4	0,5	2,41	4,08	5,60	6,97	8,24	9,43	10,54	12,56	14,36
17	-0,6	1,4	3,31	4,99	6,52	7,90	9,18	10,37	11,50	13,53	15,36
18	0,2	2,3	4,20	5,90	7,44	8,83	10,12	11,32	12,46	14,50	16,34
19	1,0	3,2	5,09	6,81	8,36	9,76	11,06	12,27	13,42	15,47	17,32
20	1,9	4,1	6,00	7,72	9,28	10,69	12,00	13,22	14,38	16,44	18,32
21	2,8	5,0	6,90	8,62	10,20	11,62	12,94	14,17	15,33	17,41	19,30
22	3,6	5,9	7,69	9,52	11,12	12,55	13,88	15,12	16,28	18,38	20,30

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	---------	------	--------	-------	------

Окончание таблицы 6.12

$t_{int},$ °C	Относительная влажность воздуха $\phi_B, \%$										
	30	35	40	45	50	55	60	65	70	80	90
23	4,5	6,7	8,68	10,43	12,03	13,48	14,82	16,07	17,23	19,38	21,28
24	5,4	7,6	9,57	11,34	12,94	14,41	15,76	17,02	18,19	20,35	22,26
25	6,2	8,5	10,46	12,75	13,86	15,34	16,70	17,97	19,15	21,32	23,24
26	7,1	9,4	11,35	13,15	14,78	16,27	17,64	18,95	20,11	22,29	24,22
27	8,0	10,2	12,24	14,05	15,70	17,19	18,57	19,87	21,06	23,26	25,22
28	8,8	11,1	13,13	14,95	16,61	18,11	19,50	20,81	22,01	24,23	26,20
29	9,7	12,0	14,02	15,86	17,52	19,04	20,44	21,75	22,96	25,20	27,20
30	10,5	12,9	14,92	16,77	18,44	19,97	21,38	22,69	23,92	26,17	28,18

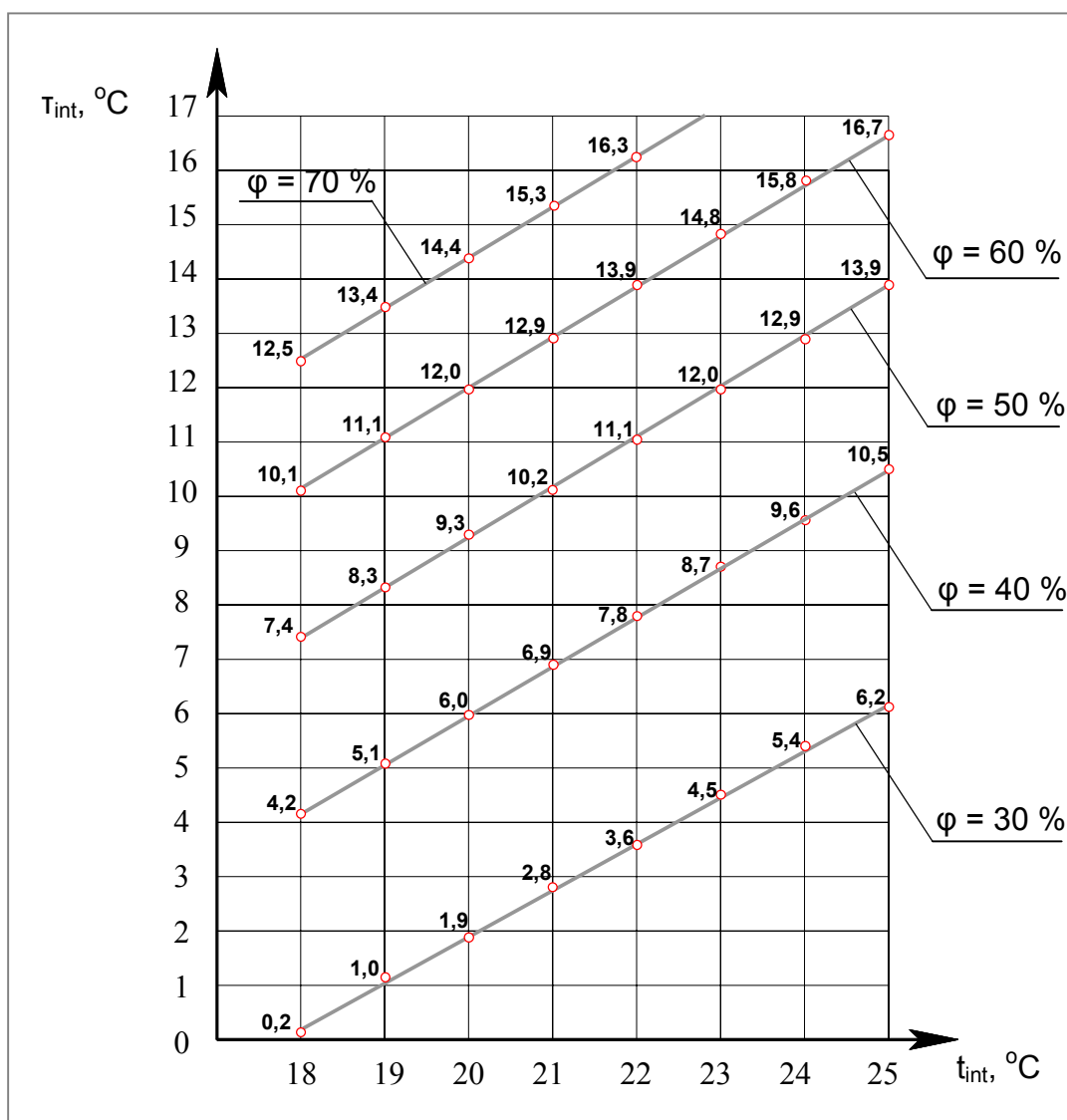


Рис.6.1. Зависимость температуры точки росы t_d от относительной влажности ϕ_{int} и температуры воздуха t_{int}



6.2.3. Расчет величины теплоизоляции ограждающих конструкций

Сопrotивление теплопередаче однородной однослойной или многослойной ограждающей конструкции с однородными слоями, согласно СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий» [1] определяется по формуле

$$R_o = R_{si} + R_k + R_{se} ,$$

где $R_{si} = 1/\alpha_{int}$, α_{int} – коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций, Вт/(м²·°C), принимаемый по таблице 7 [8]; $R_{se} = 1/\alpha_{ext}$, α_{ext} – коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающих конструкций для условий холодного периода, Вт/(м²·°C), принимаемый по таблице 8 [1]; R_k – термическое сопротивление ограждающей конструкции, м²·°C/Вт.

Термическое сопротивление ограждающей конструкции, согласно [1], определяется по формуле

$$R_k = \frac{\delta}{\lambda} ,$$

где δ – толщина слоя, м; λ – расчетный коэффициент теплопроводности материала слоя, Вт/(м·°C), принимаемый согласно п.5.3 [1].

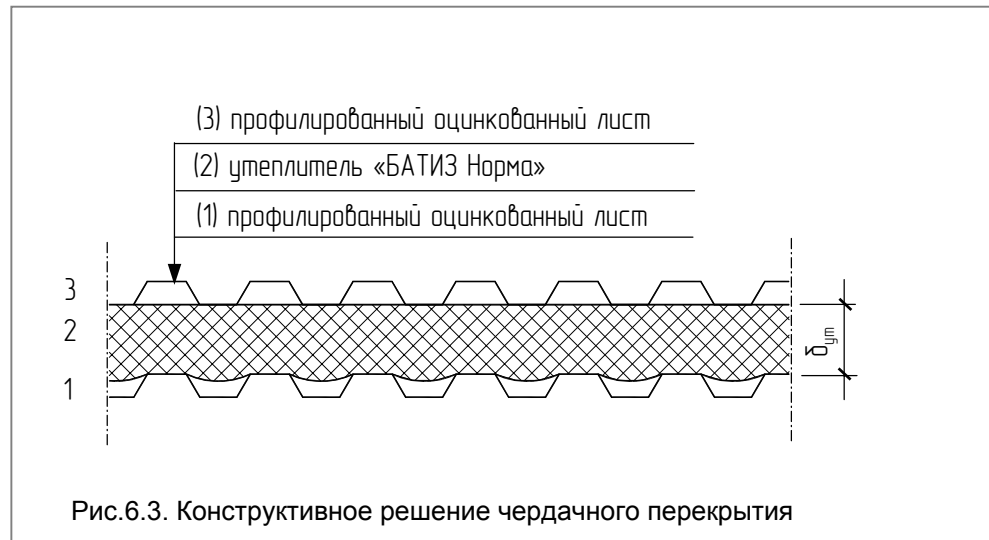
Термическое сопротивление ограждающей конструкции с последовательно расположенными однородными слоями следует определять как сумму термических сопротивлений отдельных слоев

$$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n .$$

Расчетные величины толщины теплоизоляционных слоев покрытий и чердачных перекрытий для различных регионов РФ приведены в таблице 6.13. Конструктивные решения, применительно к которым проведены расчеты, представлены на рис.6.2 и 6.3.

						6-06 / 6	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		36

К расчету требуемой толщины теплоизоляции



Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата



Таблица 6.13

Расчетная толщина теплоизоляционного слоя покрытий и чердачных перекрытий для различных регионов РФ

Город	Назначение помещений	Расчетная температура наружного воздуха $t_{ext}, ^\circ\text{C}$	Толщина теплоизоляционного слоя ТМ «БАТИЗ» $\delta_{ут}, \text{мм}$	
			покрытие (см.рис.6.2.1)	чердачное перекрытие (см.рис.6.2.2)
1	2	3	4	5
Анадырь	Жилые	-40	270	240
	Общественные		200	170
	Производственные		140	100
Астрахань	Жилые	-23	170	150
	Общественные		110	90
	Производственные		80	60
Барнаул	Жилые	-39	210	180
	Общественные		150	130
	Производственные		110	80
Владивосток	Жилые	-24	180	150
	Общественные		130	110
	Производственные		100	70
Волгоград	Жилые	-25	160	140
	Общественные		120	100
	Производственные		90	60
Екатеринбург	Жилые	-35	200	180
	Общественные		150	120
	Производственные		110	70
Иркутск	Жилые	-36	220	190
	Общественные		160	130
	Производственные		110	80
Калининград	Жилые	-19	160	140
	Общественные		120	100
	Производственные		80	60
Калуга	Жилые	-27	200	180
	Общественные		150	120
	Производственные		100	70
Кемерово	Жилые	-39	210	190
	Общественные		160	130
	Производственные		110	80
Красноярск	Жилые	-40	210	180
	Общественные		150	130
	Производственные		110	80
Краснодар	Жилые	-19	150	130
	Общественные		110	90
	Производственные		80	50
Курильск	Жилые	-15	180	150
	Общественные		130	100
	Производственные		90	60
Курган	Жилые	-37	200	180
	Общественные		150	120
	Производственные		110	80
Мурманск	Жилые	-27	210	190
	Общественные		150	130
	Производственные		110	80



Окончание таблицы 6.13

Город	Назначение помещений	Расчетная температура наружного воздуха t_{ext} , °С	Толщина теплоизоляционного слоя ТМ «БАТИЗ» $\delta_{ут}$, мм	
			покрытие (см.рис.6.2.1)	чердачное перекрытие (см.рис.6.2.2)
1	2	3	4	5
Москва	Жилые	-28	180	160
	Общественные		130	110
	Производственные		100	70
Новосибирск	Жилые	-39	220	190
	Общественные		160	130
	Производственные		110	80
Омск	Жилые	-37	210	180
	Общественные		150	120
	Производственные		110	70
Оймякон	Жилые	-53	340	300
	Общественные		250	220
	Производственные		170	130
Салехард	Жилые	-42	270	240
	Общественные		200	170
	Производственные		140	100
Сургут	Жилые	-43	240	210
	Общественные		170	150
	Производственные		120	90
Томск	Жилые	-40	220	190
	Общественные		160	130
	Производственные		110	80
Тында	Жилые	-42	260	230
	Общественные		190	160
	Производственные		140	100
Тюмень	Жилые	-38	210	180
	Общественные		150	130
	Производственные		110	80
Хабаровск	Жилые	-31	210	180
	Общественные		150	130
	Производственные		110	80
Ханты-Мансийск	Жилые	-41	230	200
	Общественные		170	140
	Производственные		120	80
Чита	Жилые	-38	240	210
	Общественные		170	150
	Производственные		120	90
Якутск	Жилые	-54	300	260
	Общественные		220	180
	Производственные		150	110

Примечание.

- Жилые – жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития;
Общественные – общественные, кроме указанных в обозначении «жилые», административные и бытовые, производственные и другие здания и помещения с влажным и мокрым режимом;
Производственные – производственные с сухим и нормальным режимами.
- Расчеты произведены без учета внутренних отделочных слоев в помещении.
- Коэффициенты теплообмена внутренней и наружной поверхности приняты по СНиП 23-02-2003 для покрытия – $\alpha_{int} = 8,7$ Вт/(м²·°С), $\alpha_{ext} = 23$ Вт/(м²·°С); для чердачного перекрытия – $\alpha_{int} = 8,7$ Вт/(м²·°С), $\alpha_{ext} = 12$ Вт/(м²·°С).



Таблица 6.14

Расчетные значения толщины теплоизоляционных слоев покрытий и чердачных перекрытий, выполненных из матов ТМ «БАТИЗ», «URSA» и «Rockwool»
(для условий г.Омска)

Марка теплоизоляции	Назначение помещений	Расчетная температура наружного воздуха $t_{ext}, ^\circ\text{C}$	Толщина теплоизоляционного слоя ТМ «БАТИЗ» $\delta_{вт}, \text{мм}$	
			покрытие	чердачное перекрытие
1	2	3	4	5
«Батиз»	Жилые	-37	210	180
	Общественные		150	120
	Производственные		110	70
«URSA» M25	Жилые	-37	225	190
	Общественные		165	130
	Производственные		115	75
«Rockwool» «Лайт Мат»	Жилые	-37	220	185
	Общественные		160	125
	Производственные		115	75

Примечание.

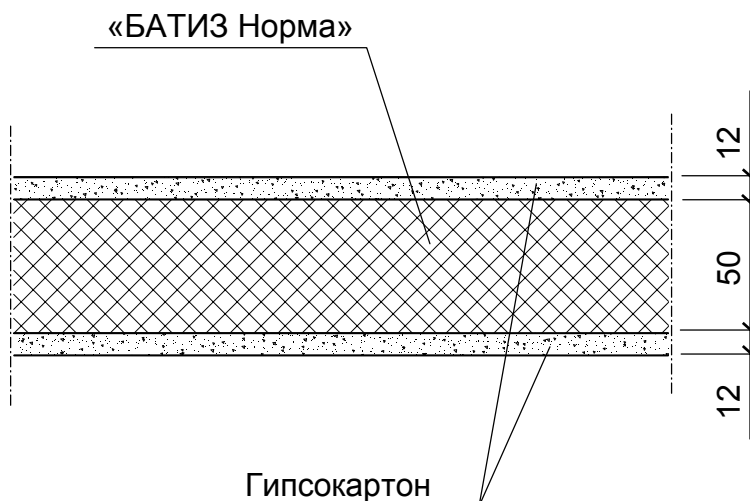
- Жилые – жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты, гостиницы и общежития;
Общественные – общественные, кроме указанных в обозначении «жилые», административные и бытовые, производственные и другие здания и помещения с влажным и мокрым режимом;
Производственные – производственные с сухим и нормальным режимами.
- Расчеты произведены без учета внутренних отделочных слоев в помещении.
- Коэффициенты теплообмена внутренней и наружной поверхности приняты по СНиП 23-02-2003 для покрытия – $\alpha_{int} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, $\alpha_{ext} = 23 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$; для чердачного перекрытия – $\alpha_{int} = 8,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$, $\alpha_{ext} = 12 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.

7. Общие данные по устройству звукоизоляционных перегородок

В данном разделе приведен расчет звукоизоляции трех вариантов перегородок:

- маты ТМ «БАТИЗ» толщиной 50 мм, обшитые листами гипсокартона с двух сторон;
- маты ТМ «БАТИЗ» толщиной 100 мм, обшитые листами гипсокартона с двух сторон;
- маты ТМ «БАТИЗ» толщиной 100 мм, обшитые двойным слоем гипсокартона с двух сторон.

Пример №1



Строим частотную характеристику АВСД звукоизоляции для одного слоя гипсокартона толщиной 12 мм. Координаты точек В и С определяем по таблице 11 [9].

$$f_b = 19000/12 = 1583,3 \text{ Гц} \approx 1600 \text{ Гц}, R_b = 34 \text{ дБ.}$$

$$f_c = 38000/12 = 3166,7 \approx 3150 \text{ Гц}, R_c = 28 \text{ дБ.}$$

Общая поверхностная плотность ограждения включает в себя две обшивки с $m_1 = m_2 = 800 \cdot 0,012 = 9,6 \text{ кг/м}^2$ и заполнения минеральной ватой $30 \cdot 0,05 = 1,5 \text{ кг/м}^2$, $m_{\text{общ}} = 20,7 \text{ кг/м}^2$; $m_{\text{общ}}/m_1 = 20,7/9,6 = 2,16$; по таблице 12 находим $\Delta R_1 = 5 \text{ дБ}$.

Взам. инв. №							6-06 / 7		
Подп. и дата	Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			
	Разработал		Харламов Д.А.				Рекомендации по применению теплоизоляционных изделий ТМ «БАТИЗ» Раздел 7. Общие данные по устройству звукоизоляционных перегородок	Стадия	Лист
		Лезашов Е.В.						1	12
Инв.№ подл.							ООО «Завод БАТИЗ»		

Строим вспомогательную линию $A_1B_1C_1D_1$ (которая характеризует приращение звукоизоляции от слоя гипсокартона) на 5 дБ выше линии ABCD.

Определяем частоту резонанса по формуле 10 [9]:

$f_p = 60\sqrt{[2/(0,05 \cdot 9,6)]} = 122,4 \approx 125$ Гц и далее строим кривую EFKMN согласно п.3.6, которая характеризует приращение звукоизоляции полости не заполненной матами.

На частоте $0,8f_p = 100$ Гц отмечаем точку E с ординатой $R_E = 22$ дБ, на частоте $f_p = 125$ Гц – точку F с ординатой на 4 дБ ниже соответствующей ординаты линии $A_1B_1C_1D_1$, $R_F = 19$ дБ.

На частоте $8f_p = 800$ Гц отмечаем точку K с ординатой $R_K = R_F + N = 19 + 24 = 43$ дБ ($N = 24$ по таблице 13 [9]) и соединяем её с точкой F. От точки K проводится отрезок KL с наклоном 4,5 дБ на октаву до частоты f_B (параллельно вспомогательной линии $A_1B_1C_1D_1$).

От точки L до частоты $1,25f_B$ (до следующей 1/3-октавной полосы) проводится горизонтальный участок LM. На частоте $f_C = 3150$ Гц находится точка N путём прибавления к значению вспомогательной линии $A_1B_1C_1D_1$ поправки $\Delta R_2 = 7$ дБ (превышение отрезка KL над вспомогательной линией $A_1B_1C_1D_1$). $R_N = R_{C1} + \Delta R_2 = 33 + 7 = 40$ дБ. Соединяем точку M и N. Далее проведём отрезок NP с наклоном 7,5 дБ на октаву.

Линия EFKLMN является частотной характеристикой изоляции воздушного шума перегородкой с незаполненным воздушным промежутком.

На частоте $f = 1,6f_p = 200$ Гц (2 третьоктавные полосы выше частоты резонанса) отмечается точка Q с ординатой на величину ΔR_4 выше точки, лежащей на отрезке FK, и соединяется с точкой F. Далее строим частотную характеристику параллельно линии EFKLMN, прибавляя к ее значениям поправку $\Delta R_4 = 5$ дБ (см. табл. 14 [9]), характеризующую приращение звукоизоляции конструкции при полном заполнении промежутка толщиной 50 мм матами.

Линия $A_1EFQK_1L_1M_1N_1P_1$ является частотной характеристикой изоляции воздушного шума каркасно-обшивной перегородки с заполнением воздушного промежутка матами.

Расчет по определению индекса изоляции перегородки представлен в таблице 7.1.

							Лист
							2
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		

Находим неблагоприятные отклонения рассматриваемой частотной характеристики от нормативной и сумму неблагоприятных отклонений, которая составила 176 дБ, что выше 32. Сместим оценочную кривую вниз до тех пор, пока сумма неблагоприятных отклонений будет близка к 32 (но не более).

За величину индекса изоляции воздушного шума R_w принимается ордината смещённой (вверх или вниз) оценочной кривой в третьоктавной полосе со среднегеометрической частотой 500 Гц.

Таким образом, индекс изоляции воздушного шума составляет:

$$R_w = 52 + \Delta = 52 - 11 = 41 \text{ дБ}$$

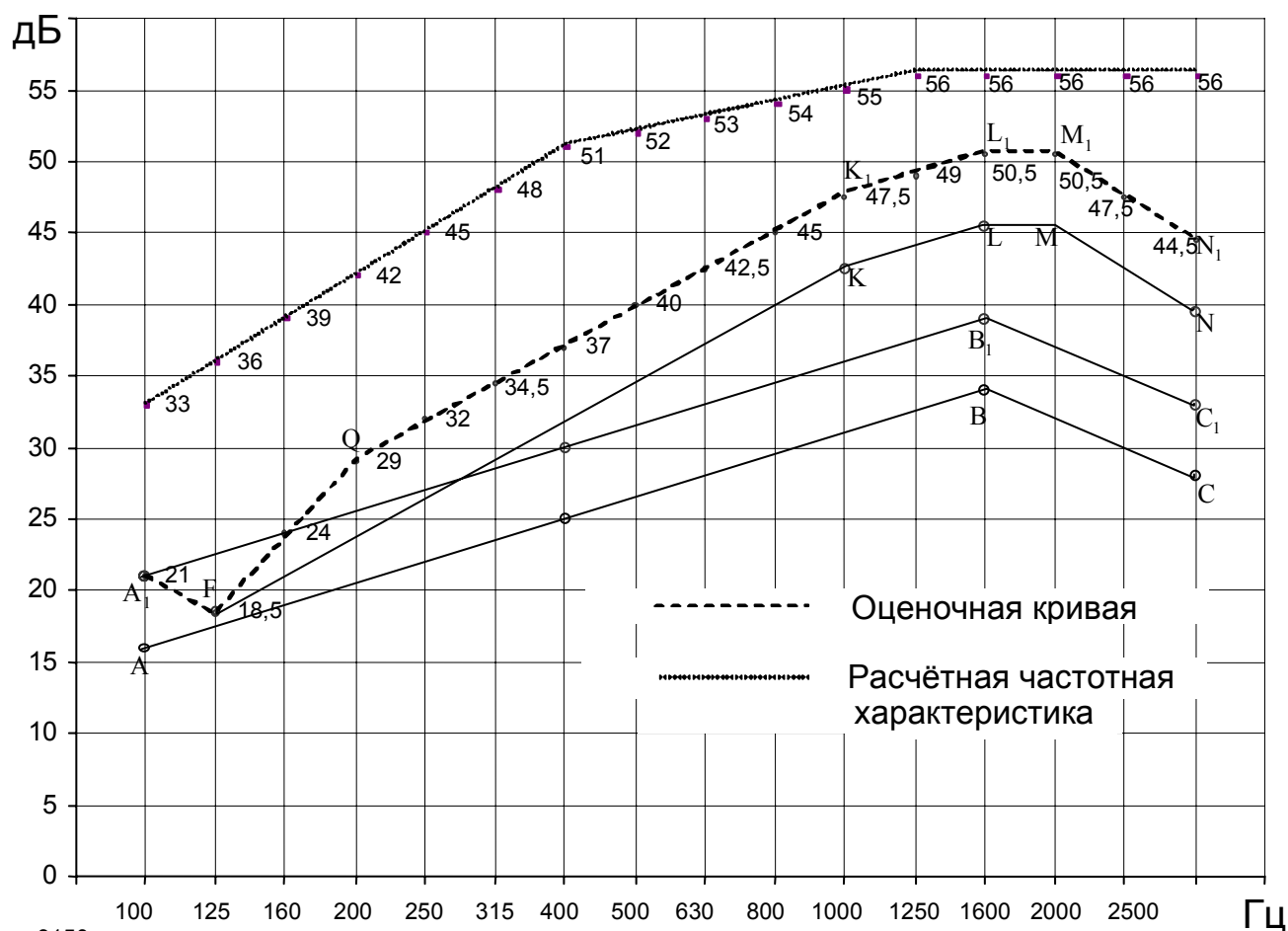


Рис. 7.1. Оценочная и расчётная частотные характеристики изоляции воздушного шума ограждающей конструкции (перегородки)

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
------	---------	------	--------	-------	------

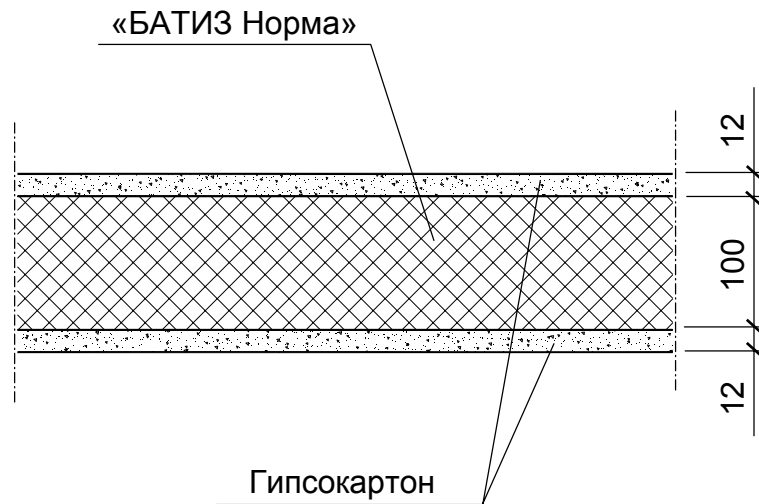


Таблица 7.1

Определение индекса изоляции перегородки

Параметры	Среднегеометрическая частота 1/3-октавной полосы, Гц															Сумма неблагоприятных отклонений	
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500		3150
Рассматриваемая кривая, дБ	21	18,5	24	29	32	34,5	37	40	42,5	45	47,5	49	50,5	50,5	47,5	44,5	-
Оценочная кривая, дБ	33	36	39	42	45	48	51	52	53	54	55	56	56	56	56	56	-
Неблагоприятные отклонения от оценочной кривой	12	17,5	15	13	13	13,5	14	12	10,5	10	7,5	7	5,5	5,5	8,5	11,5	176>32
Оценочная кривая смещённая на 11 дБ вниз	22	25	28	31	34	37	40	41	42	43	44	45	45	45	45	45	-
Неблагоприятные отклонения от смещённой на 11 дБ вниз оценочной кривой	1	6,5	4	2	2	2,5	3	1	-	-	-	-	-	-	0,5	23,5<32	

Пример №2



Строим частотную характеристику АВСД звукоизоляции для одного слоя гипсокартона толщиной 12 мм. Координаты точек В и С определяем по таблице 11 [9].

$$f_b = 19000/12 = 1583,3 \text{ Гц} \approx 1600 \text{ Гц}, R_b = 34 \text{ дБ.}$$

$$f_c = 38000/12 = 3166,7 \approx 3150 \text{ Гц}, R_c = 28 \text{ дБ.}$$

Общая поверхностная плотность ограждения включает в себя две обшивки с $m_1 = m_2 = 800 \cdot 0,012 = 9,6 \text{ кг/м}^2$ и заполнения матами $30 \cdot 0,100 = 3,0 \text{ кг/м}^2$, $m_{\text{общ}} = 22,2 \text{ кг/м}^2$; $m_{\text{общ}}/m_1 = 22,2/9,6 = 2,3$; по таблице 12 находим $\Delta R_1 = 5 \text{ дБ}$.

Строим вспомогательную линию $A_1B_1C_1D_1$ (которая характеризует приращение звукоизоляции от слоя гипсокартона) на 5 дБ выше линии АВСД.

Определяем частоту резонанса по формуле 10 [9].

$f_p = 60\sqrt{[2/(0,10 \cdot 9,6)]} = 86,6 \approx 80 \text{ Гц}$ и далее строим кривую FKMNP согласно п. 3.6, которая характеризует приращение звукоизоляции полости не заполненной матами.

На частоте $0,8f_p = 63 \text{ Гц}$ отмечаем точку Е с ординатой $R_E = 23,0 \text{ дБ}$, на частоте $f_p = 80 \text{ Гц}$ – точку F с ординатой на 4 дБ ниже соответствующей ординаты линии $A_1B_1C_1D_1$, $R_F = 20,5 \text{ дБ}$.

На частоте $8f_p = 630 \text{ Гц}$ отмечаем точку K с ординатой $R_K = R_F + N = 20,5 + 26 = 46,5 \text{ дБ}$ ($N = 26$ по таблице 13 [9]) и соединяем её с точкой F. От точки K проводится отрезок KL с наклоном 4,5 дБ на октаву до частоты f_b (параллельно вспомогательной линии $A_1B_1C_1D_1$).



От точки L до частоты $1,25f_B$ (до следующей 1/3-октавной полосы) проводится горизонтальный участок LM. На частоте $f_C = 3150$ Гц находится точка N путём прибавления к значению вспомогательной линии $A_1B_1C_1D_1$ поправки $\Delta R_2 = 8,5$ дБ (превышение отрезка KL над вспомогательной линией $A_1B_1C_1D_1$). $R_N = R_{C1} + \Delta R_2 = 33 + 8,5 = 41,5$ дБ. Соединяем точку M и N. Далее проведём отрезок NP с наклоном 7,5 дБ на октаву.

Линия EFKLMN является частотной характеристикой изоляции воздушного шума перегородкой с незаполненным воздушным промежутком.

На частоте $f = 1,6f_p = 125$ Гц (2 третьоктавные полосы выше частоты резонанса) отмечается точка Q с ординатой на величину ΔR_4 выше точки, лежащей на отрезке FK, и соединяется с точкой F. Далее строим частотную характеристику параллельно линии FKLMPN, прибавляя к ее значениям поправку $\Delta R_4 = 5$ дБ (см. табл. 14 [9]), характеризующую приращение звукоизоляции конструкции при полном заполнении промежутка толщиной 100 мм матами.

Линия $A_1EFQK_1L_1M_1N_1P_1$ является частотной характеристикой изоляции воздушного шума каркасно-обшивной перегородки с заполнением воздушного промежутка матами.

Расчет по определению индекса изоляции перегородки представлен в таблице 7.2.

Находим неблагоприятные отклонения рассматриваемой частотной характеристики от нормативной и сумму неблагоприятных отклонений, которая составила 133 дБ, что выше 32. Сместим оценочную кривую вниз до тех пор, пока сумма неблагоприятных отклонений будет близка к 32 (но не более).

За величину индекса изоляции воздушного шума R_w принимается ордината смещённой (вверх или вниз) оценочной кривой в третьоктавной полосе со среднегеометрической частотой 500 Гц.

Таким образом, индекс изоляции воздушного шума составляет:

$$R_w = 52 + \Delta = 52 - 8 = 44 \text{ дБ}$$

							Лист
							6
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	6-06 / 7	

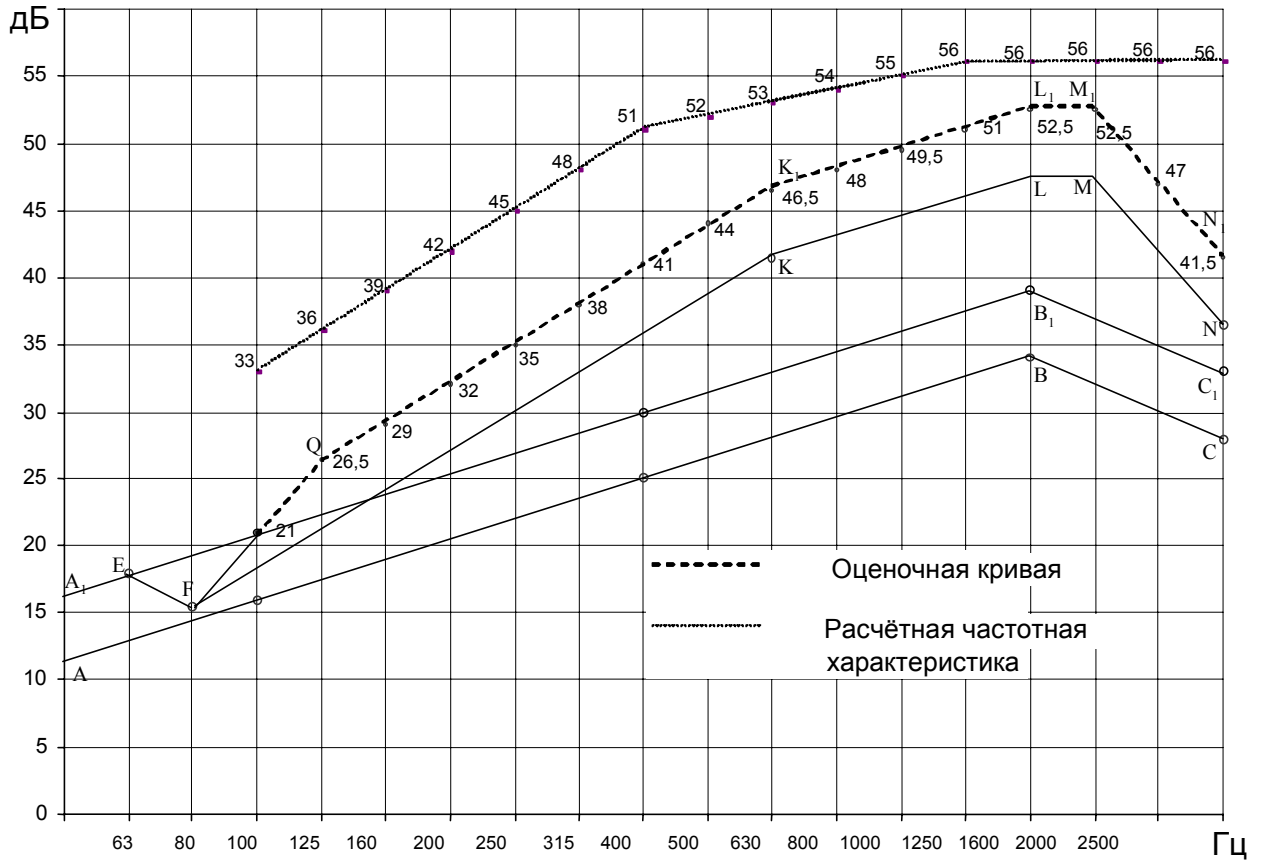


Рис.7.2. Оценочная и расчётная частотные характеристики изоляции воздушного шума ограждающей конструкции (перегородки)

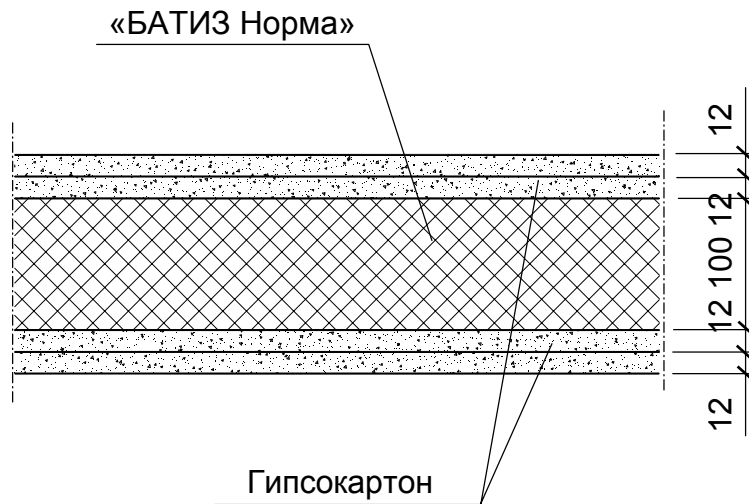


Таблица 7.2

Определение индекса изоляции перегородки

Параметры	Среднегеометрическая частота 1/3-октавной полосы, Гц											Сумма неблагоприятных отклонений					
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000		1250	1600	2000	2500	3150
Рассматриваемая кривая, дБ	21	26,5	29	32	35	38	41	44	46,5	48	49,5	51	52,5	52,5	47	41,5	-
Оценочная кривая, дБ	33	36	39	42	45	48	51	52	53	54	55	56	56	56	56	56	-
Неблагоприятные отклонения от оценочной кривой	12	9,5	10	10	10	10	10	8	6,5	6	5,5	5,	3,5	3,5	9	14,5	133>32
Оценочная кривая смещённая на 8 дБ вниз	25	28	31	34	37	40	43	44	45	46	47	48	48	48	48	48	-
Неблагоприятные отклонения от смещённой на 8 дБ вниз оценочной кривой	4	1,5	2	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	1	6,5	23,0<32

Пример №3



Строим частотную характеристику АВСД звукоизоляции для двух слоёв гипсокартона толщиной 12 мм. Координаты точек В и С определяем по таблице 11 [9].

$$f_B = 19000/24 = 791,7 \text{ Гц} \approx 800 \text{ Гц}, R_B = 34 \text{ дБ.}$$

$$f_C = 38000/24 = 1583,3 \text{ Гц} \approx 1600 \text{ Гц}, R_C = 28 \text{ дБ.}$$

Общая поверхностная плотность ограждения включает в себя две обшивки с $m_1 = m_2 = 800 \cdot 0,024 = 19,2 \text{ кг/м}^2$ и заполнения матами $30 \cdot 0,100 = 3,0 \text{ кг/м}^2$, $m_{\text{общ}} = 41,4 \text{ кг/м}^2$; $m_{\text{общ}}/m_1 = 41,4/19,2 = 2,2$ по таблице 12 находим $\Delta R_1 = 5 \text{ дБ}$.

Строим вспомогательную линию $A_1B_1C_1D_1$ (которая характеризует приращения звукоизоляции от слоя гипсокартона) на 5 дБ выше линии АВСД.

Определяем частоту резонанса по формуле 10 [9]:

$f_p = 60\sqrt{2/(0,10 \cdot 19,20)} = 61,2 \approx 63 \text{ Гц}$ и далее строим кривую FKMNP согласно п. 3.6, которая характеризует приращение звукоизоляции полости не заполненной матами.

На частоте $0,8f_p = 50 \text{ Гц}$ отмечаем точку Е с ординатой $R_E = 21,0 \text{ дБ}$, на частоте $f_p = 63 \text{ Гц}$ – точку F с ординатой на 4 дБ ниже соответствующей ординаты линии $A_1B_1C_1D_1$, $R_F = 18,5 \text{ дБ}$.

На частоте $8f_p = 500 \text{ Гц}$ отмечаем точку К с ординатой $R_K = R_F + N = 18,5 + 26 = 44,5 \text{ дБ}$ ($N = 26$ по таблице 13 [9]) и соединяем её с точкой F. От точки К проводится отрезок KL с наклоном 4,5 дБ на октаву до частоты f_B (параллельно вспомогательной линии $A_1B_1C_1D_1$).



От точки L до частоты $1,25f_B$ (до следующей 1/3-октавной полосы) проводится горизонтальный участок LM. На частоте $f_C = 1600$ Гц находится точка N путём прибавления к значению вспомогательной линии $A_1B_1C_1D_1$ поправки $\Delta R_2 = 8,5$ дБ (превышение отрезка KL над вспомогательной линией $A_1B_1C_1D_1$). $R_N = R_{C1} + \Delta R_2 = 33 + 8,5 = 41,5$ дБ. Соединяем точку M и N. Далее проведём отрезок NP с наклоном 7,5 дБ на октаву.

Линия EFKLMN является частотной характеристикой изоляции воздушного шума перегородкой с незаполненным воздушным промежутком.

На частоте $f = 1,6f_p = 100$ Гц (2 третьоктавные полосы выше частоты резонанса) отмечается точка Q с ординатой на величину ΔR_4 выше точки, лежащей на отрезке FK, и соединяется с точкой F. Далее строим частотную характеристику параллельно линии FKLMPN, прибавляя к ее значениям поправку $\Delta R_4 = 5$ дБ (см. табл. 14 [9]), характеризующую приращение звукоизоляции конструкции при полном заполнении промежутка толщиной 100 мм матами.

Линия $A_1EFQK_1L_1M_1N_1P_1$ является частотной характеристикой изоляции воздушного шума каркасно-обшивной перегородки с заполнением воздушного промежутка матами.

Расчет по определению индекса изоляции стены представлен в таблице.

Находим неблагоприятные отклонения рассматриваемой частотной характеристики от нормативной и сумму неблагоприятных отклонений, которая составила 67 дБ, что выше 32. Сместим оценочную кривую вниз до тех пор, пока сумма неблагоприятных отклонений будет близка к 32 (но не более). Результаты расчётов неблагоприятных отклонений представлены в таблице 7.3.

За величину индекса изоляции воздушного шума R_w принимается ордината смещённой (вверх или вниз) оценочной кривой в третьоктавной полосе со среднегеометрической частотой 500 Гц.

Таким образом, индекс изоляции воздушного шума составляет:

$$R_w = 52 + \Delta = 52 - 3 = 49 \text{ дБ}$$

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

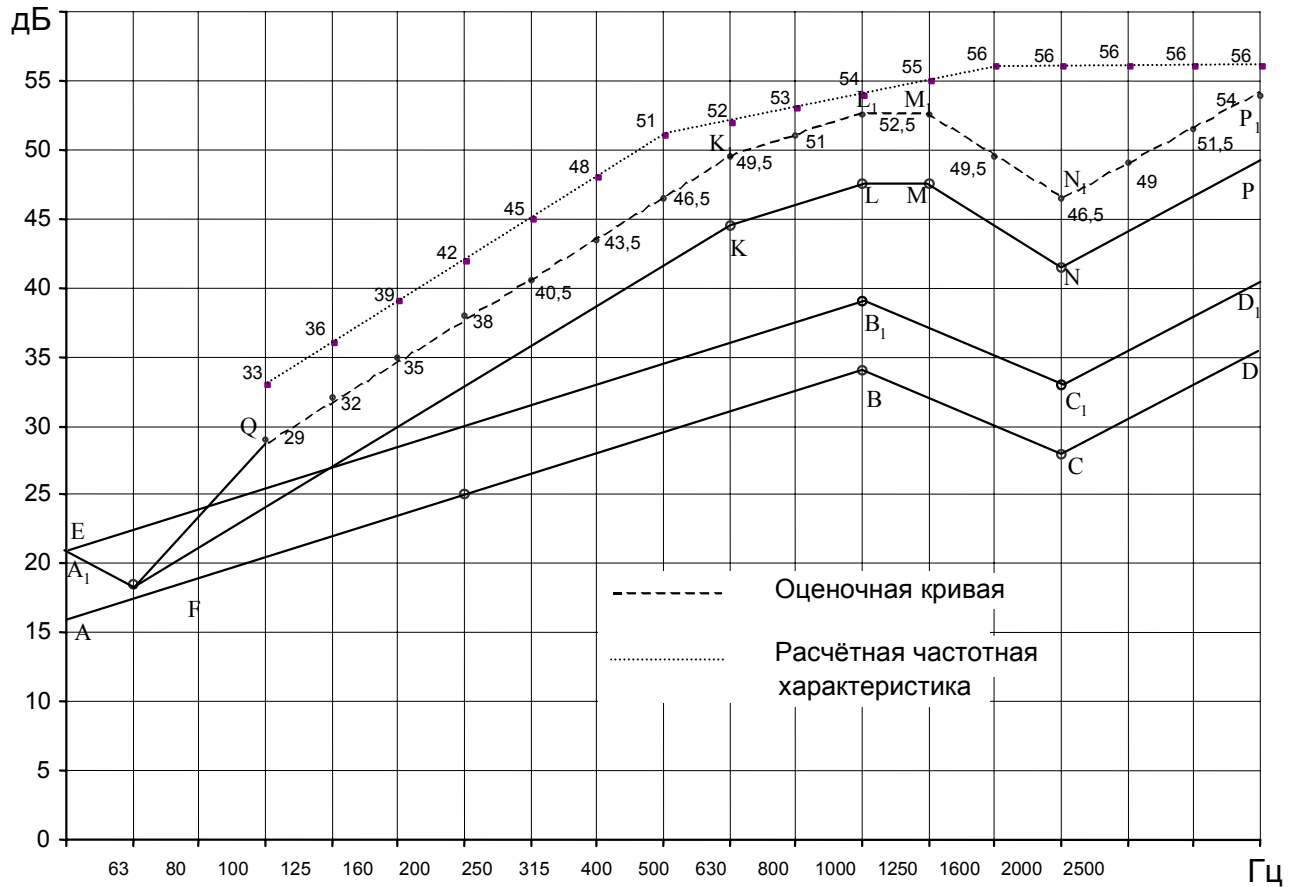


Рис.7.3. Оценочная и расчётная частотные характеристики изоляции воздушного шума ограждающей конструкции (перегородки)



Таблица 7.3

Определение индекса изоляции перегородки

Параметры	Среднегеометрическая частота 1/3-октавной полосы, Гц											Сумма неблагоприятных отклонений					
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000		1250	1600	2000	2500	3150
Рассматриваемая кривая, дБ	29	32	35	38	40,5	43,5	46,5	49,5	51	52,5	52,5	49,5	46,5	49	51,5	54	-
Оценочная кривая, дБ	33	36	39	42	45	48	51	52	53	54	55	56	56	56	56	56	-
Неблагоприятные отклонения от оценочной кривой	4	4	4	4	4,5	4,5	4,5	2,5	2	1,5	2,5	6,5	9,5	7	4,5	2	67>32
Оценочная кривая смещённая на 3 дБ вниз	30	33	36	39	42	45	48	49	50	51	52	53	53	53	53	53	-
Неблагоприятные отклонения от смещённой на 3 дБ вниз оценочной кривой	1	1	1	1	1,5	1,5	1,5	-	-	-	-	3,5	6,5	4	1,5	-	24<32



Список использованных источников

1. СП 23-101-2004. Проектирование тепловой защиты зданий.
2. ВСН 008-88. Строительство магистральных и промышленных трубопроводов.
3. ГОСТ 16381-77*. Материалы и изделия строительные теплоизоляционные. Классификация и общие технические требования.
4. ГОСТ 21880-94. Маты прошивные из минеральной ваты теплоизоляционные. Технические условия.
5. СНиП 2.04.14-88. Тепловая изоляция оборудования и трубопроводов.
6. СП 41-103-2000. Проектирование тепловой изоляции оборудования и трубопроводов.
7. СНиП 23-01-99. Строительная климатология.
8. СНиП 23-02-2003. Тепловая защита зданий.
9. СП 23-103-2003. Проектирование звукоизоляции ограждающих конструкций жилых и общественных зданий.
10. ТУ 5769-002-13949929-2005. Маты прошивные из базальтового холста.

Взам. инв. №									
	Подл. и дата								
Инв.№ подл.								6-06 / СП	
	Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата			
	Разработал	Харламов Д.А.					Стадия	Лист	Листов
		Лезашов Е.В.						1	2
							ООО «Завод БАТИЗ»		
						Рекомендации по применению теплоизоляционных изделий ТМ «БАТИЗ» Список использованных источников			



Blank lined area for listing sources.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата



БАТИЗ

ПРИЛОЖЕНИЯ

Взам. инв. №	
Подл. и дата	
Инв.№ подл.	

						6-06 / ПРИЛОЖЕНИЯ			
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата				
Разработал		Харламов Д.А.				Рекомендации по применению теплоизоляционных изделий ТМ «БАТИЗ» ПРИЛОЖЕНИЯ	Стадия	Лист	Листов
		Лезашов Е.В.						1	16
						ООО «Завод БАТИЗ»			



Приложение А

Перечень обкладочных материалов, применяемых при производстве прошивных матов

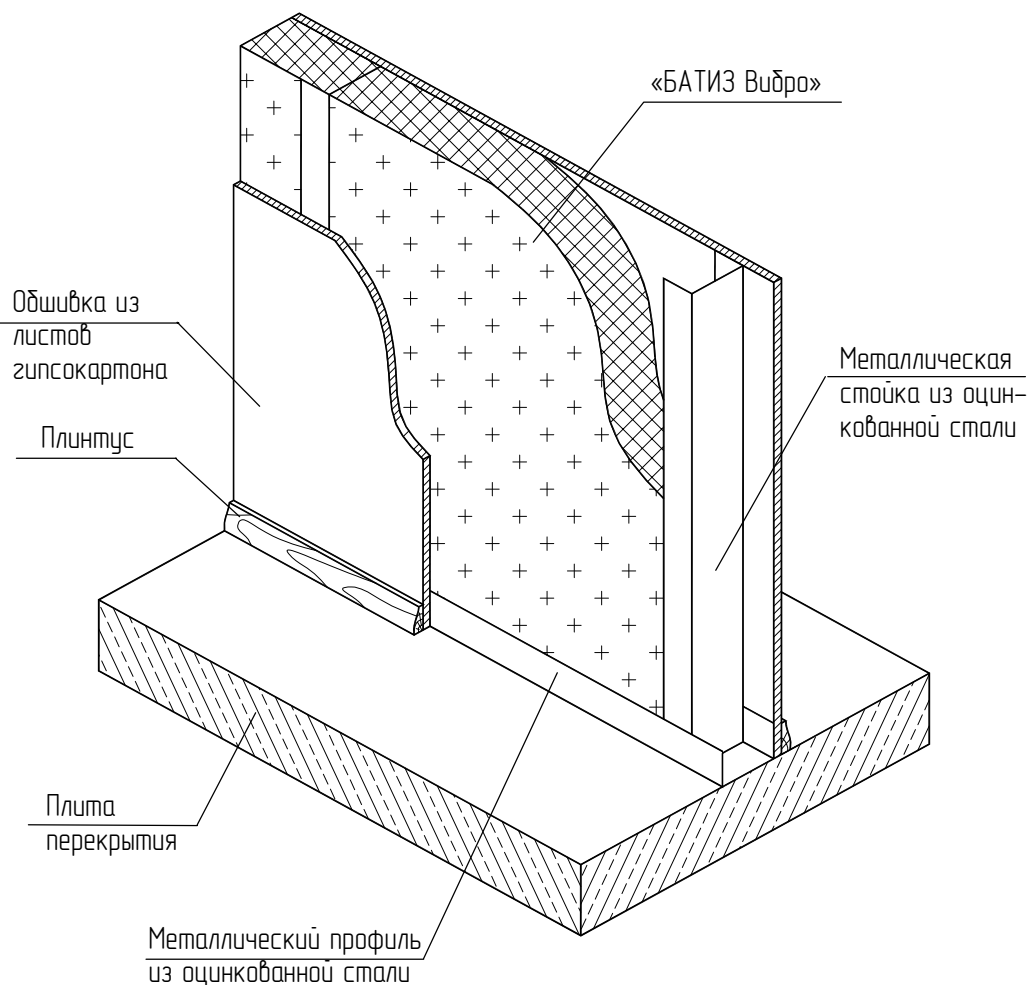
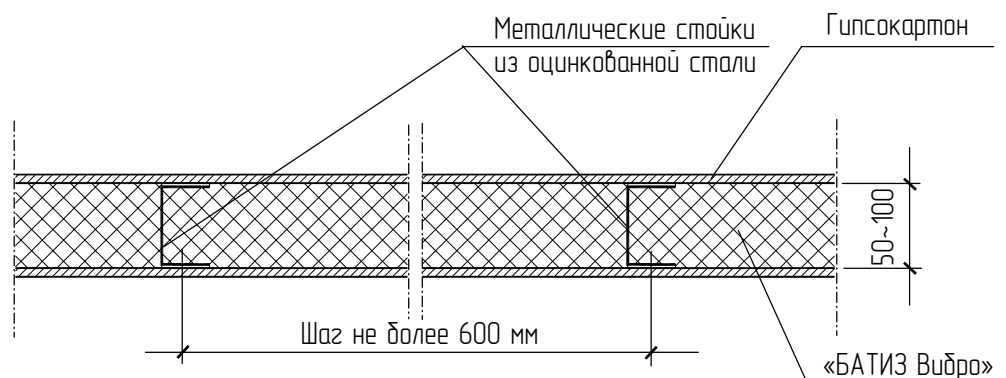
№	Наименование обкладочного материала	Обозначение нормативного документа
1	Сетка стальная проволочная крученая с шестиугольными ячейками №20-0,5, №25-0,6	ГОСТ 13603-89
2	Сетка стальная плетеная с ромбическими ячейками Р 10-1,2	ГОСТ 5336-80
3	Сетка проволочная тканая с квадратными ячейками №12-1,2, №10-1,0	ГОСТ 3826-82
4	Сетка металлическая тканая №10X15X1,0, № 20-1,0	ТУ 14-4-907-78
5	Сетка тканая для теплоизоляционных работ №17, 18, 20-1,2	ТУ 14-4-1191-82 ТУ 14-198-91-81
6	Сетка проволочная сварная с квадратными ячейками №25-0,6, №12,5-0,5	ТУ 14-4-714-76
7	Ткани конструкционные из стеклянных крученых комплексных нитей	ГОСТ 19170-73 ТУ 6-11-231-76
8	Ткани марки ТСТ и ТКТ для теплоизоляции	ТУ 6-11-118-75
9	Ткани из ровинга марки ТР	ТУ 6-19-368-87
10	Полотно холстопрошивное марок ХПС-А-5, ХПСС-Т-2,5	ТУ 6-11-454-77
11	Материал нетканый вязальнопрошивной марки ВПП	ТУ 6-11-196-76
12	Нетканый ориентированный материал марок НОМ-Т	ТУ 6-11-523-82
13	Полотна иглопробивные	ТУ 6-11-570-83
14	Сетка стеклянная марки СС	ТУ 6-11-99-75
15	Сетка стеклянная перекрестная нетканая марки НПСС-Т-Г-150	ТУ 6-11-381-81
16	Картон гофрированный	ГОСТ 7376-89
17	Картон коробочный	ГОСТ 7933-89
18	Картон кровельный	ГОСТ 3135-82
19	Бумага мешочная	ГОСТ 2228-81
20	Бумага двухслойная упаковочная	ГОСТ 8828-89
21	Бумага оберточная	ГОСТ 8273-75
22	Бумага для гофрирования	ГОСТ 7377-85
23	Бумага, покрытая полиэтиленом	ТУ 13-0248643-798-89
24	Полотно нетканое термоскрепленное	ТУ 62-11262-86

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Приложение Б

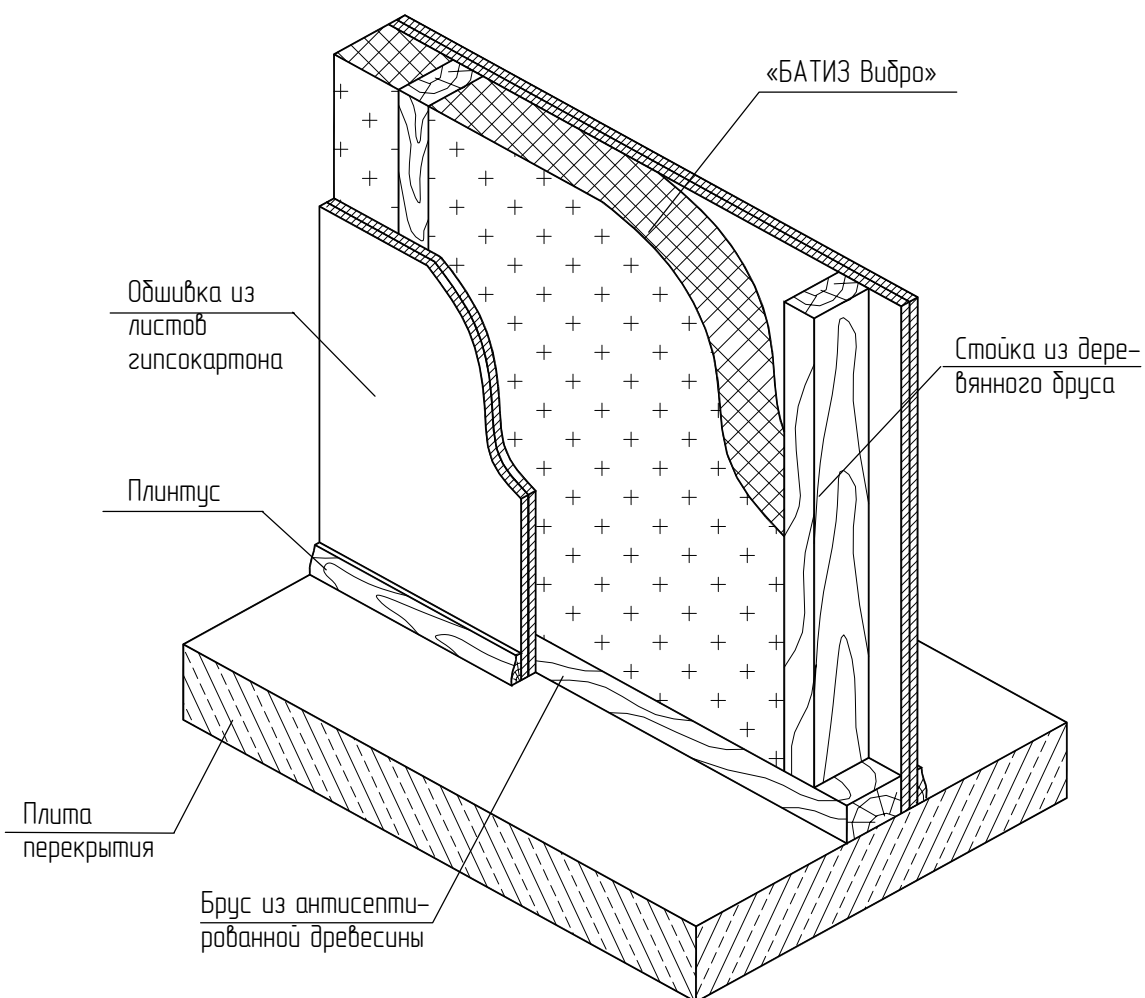
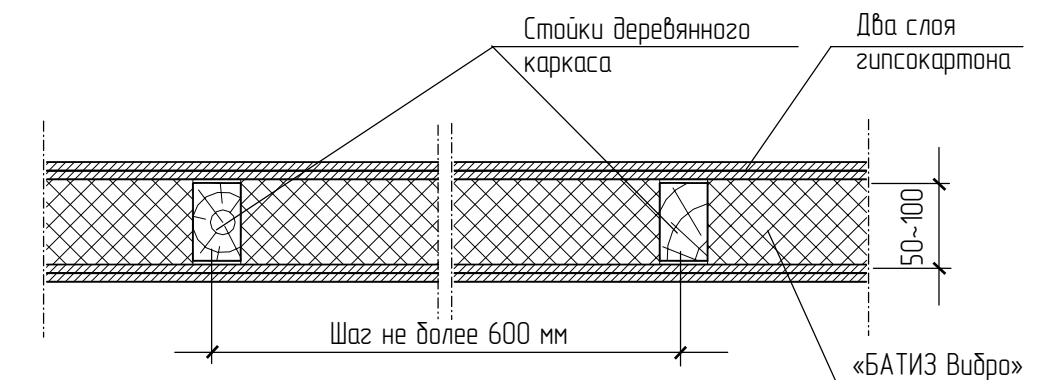
Схемы технических решений по применению теплоизоляционных материалов ТМ «БАТИЗ»

Звукоизолирующие перегородки с каркасом из металлических оцинкованных профилей



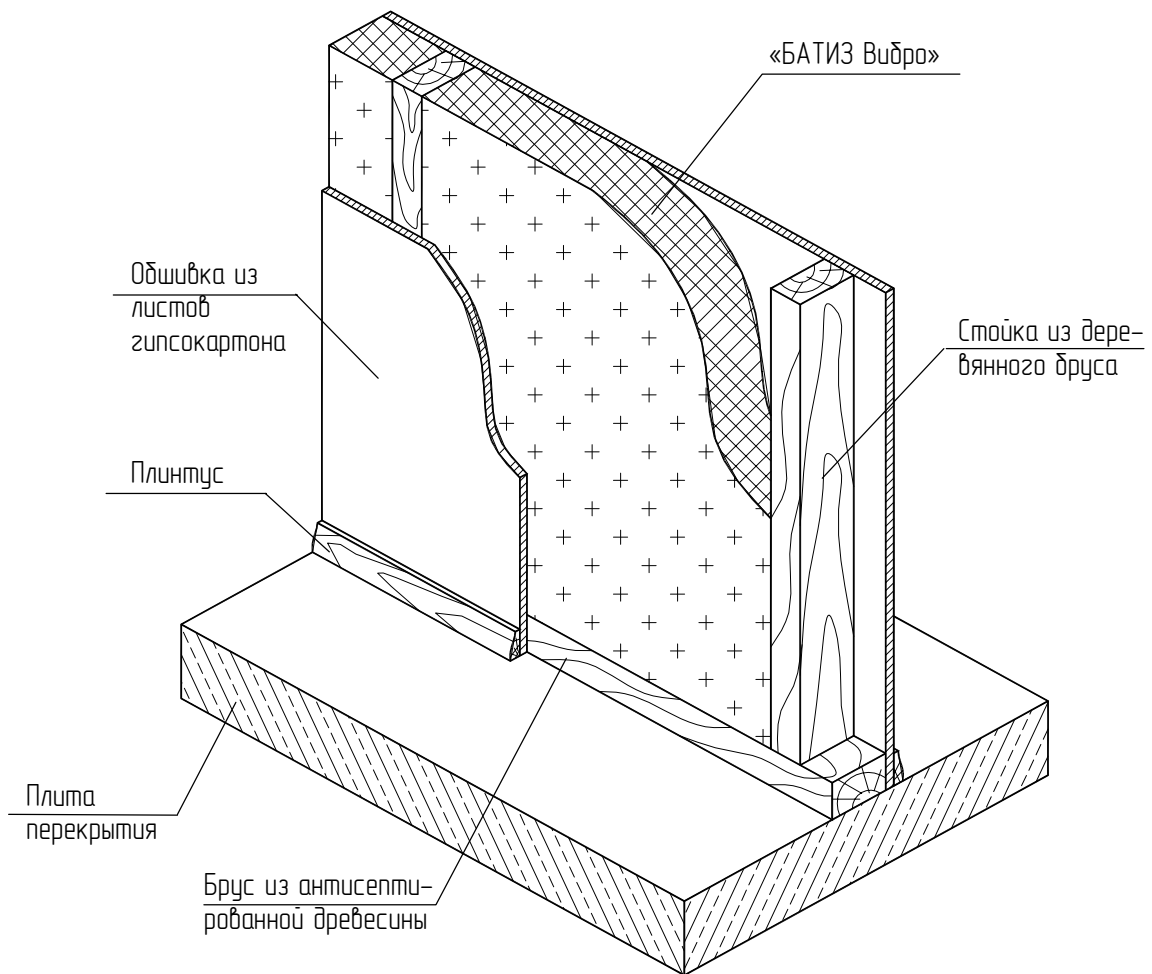
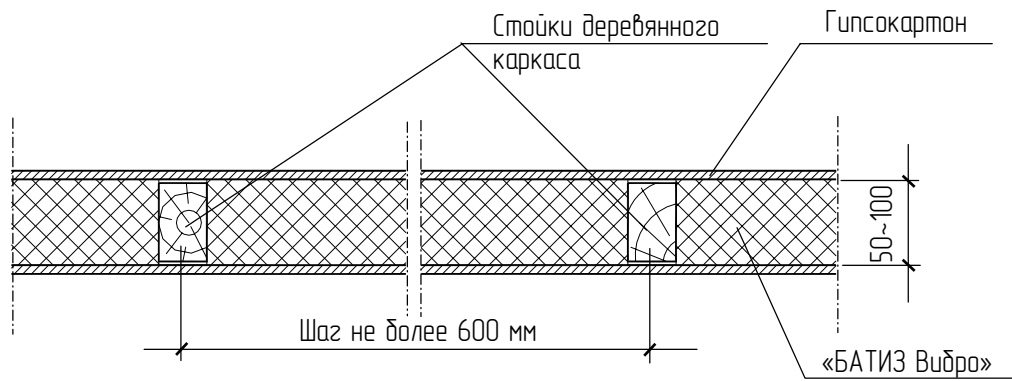
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Звукоизолирующие перегородки с каркасом из деревянных брусков (вариант 1)



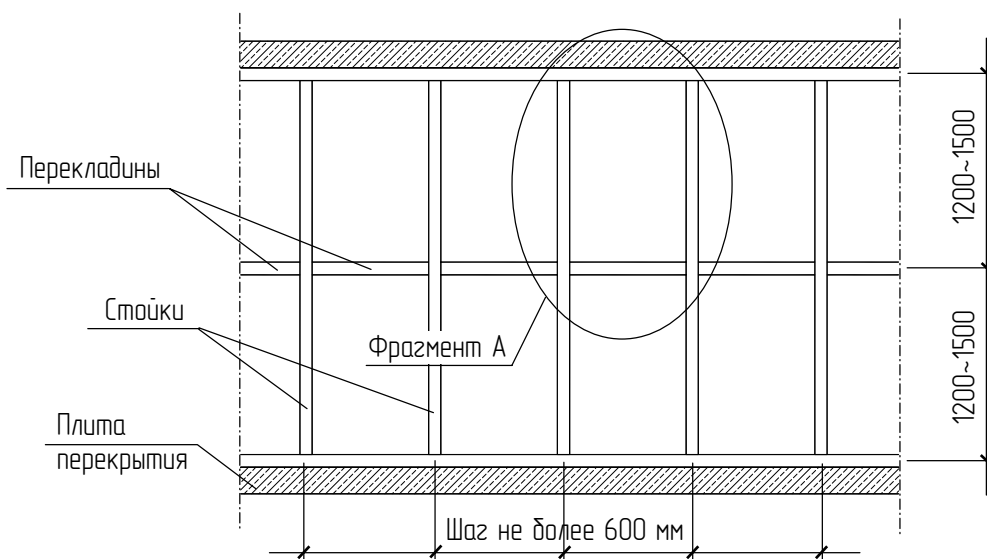
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Звукоизолирующие перегородки с каркасом из деревянных брусков (вариант 2)

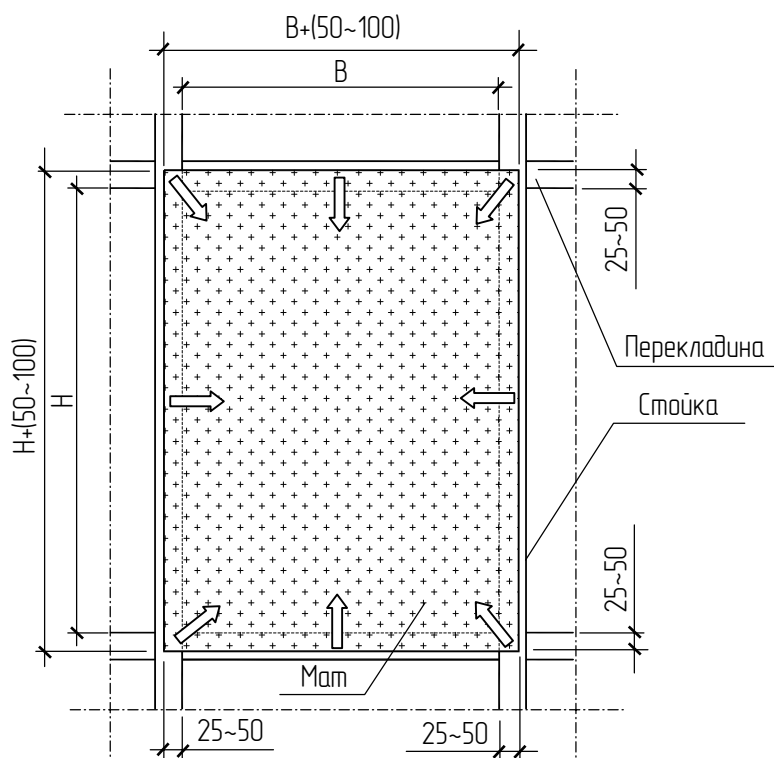


Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Схема устройства перегородки



Фрагмент А

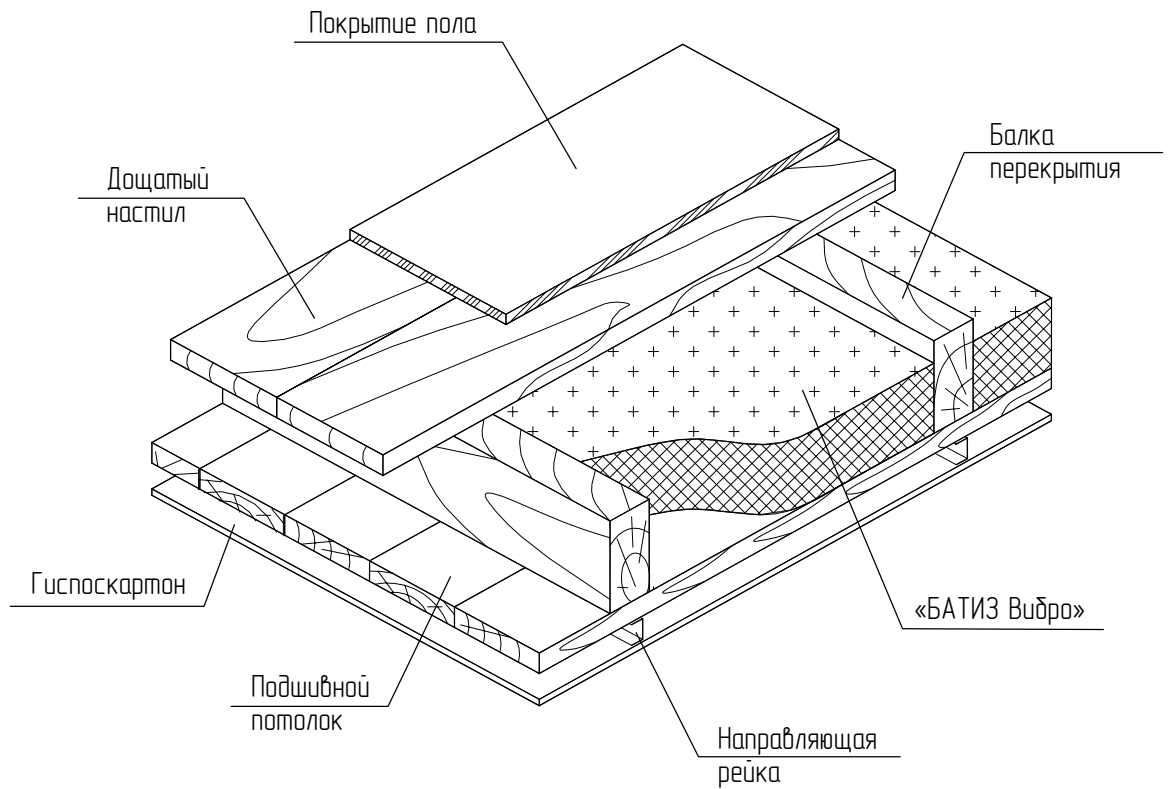
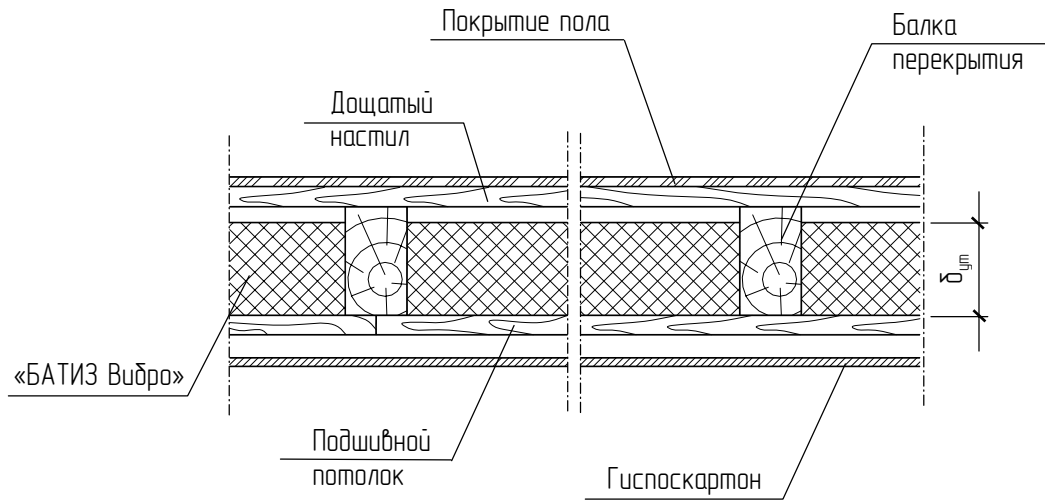


Примечания.

1. Шаг стоек каркаса должен быть меньше ширины мата на 50~100 мм. Укладку матов производить в слегка сжатом состоянии.
2. По высоте маты должны быть закреплены к стойка каркаса.
3. При укладке матов со стороны помещений с влажным режимом необходимо устройство пароизоляции.

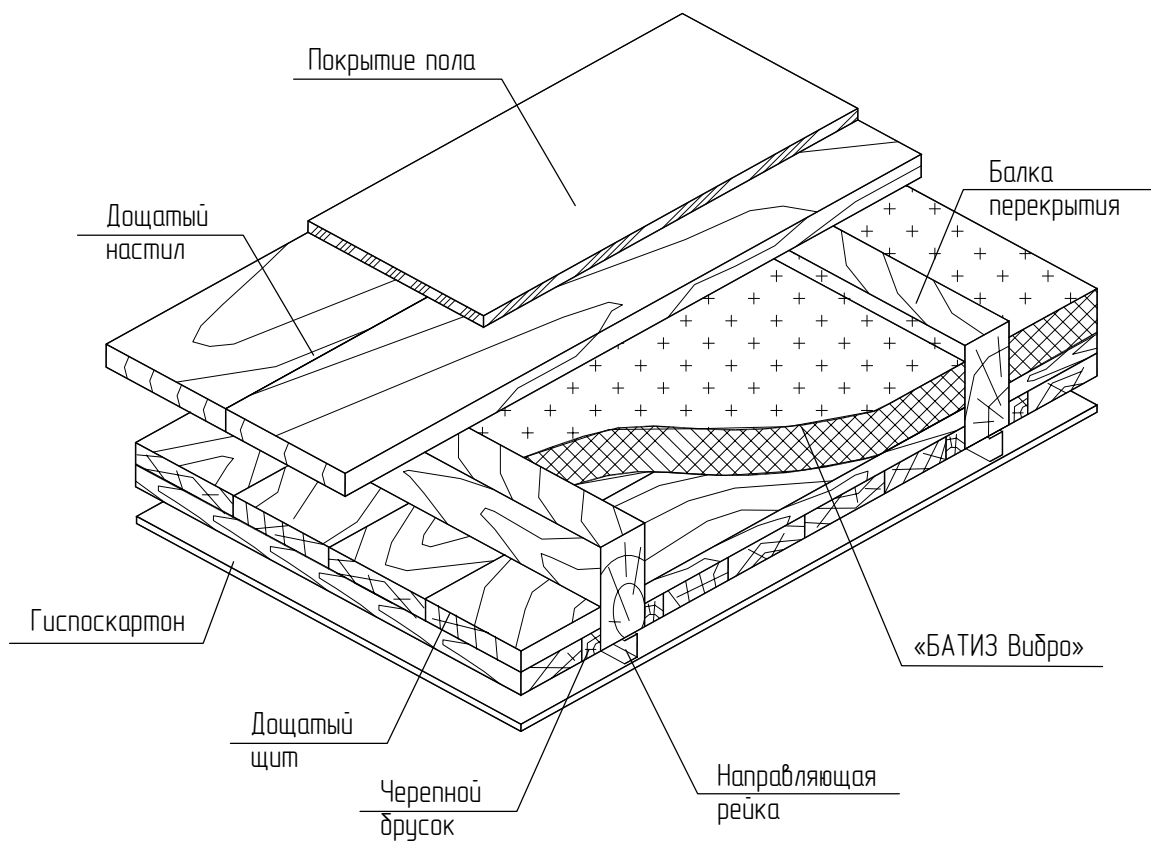
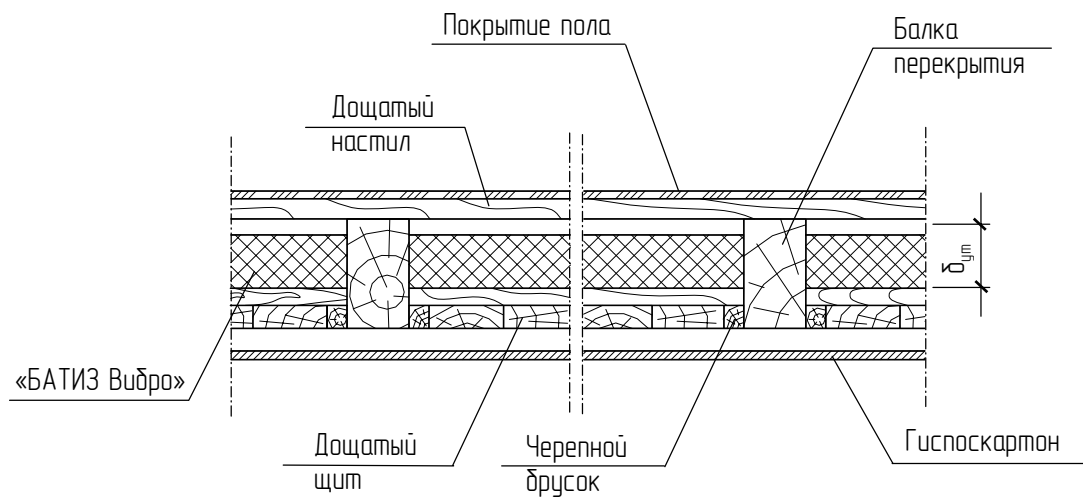
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Звукоизолирующее междуэтажное перекрытие (вариант 1)



Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

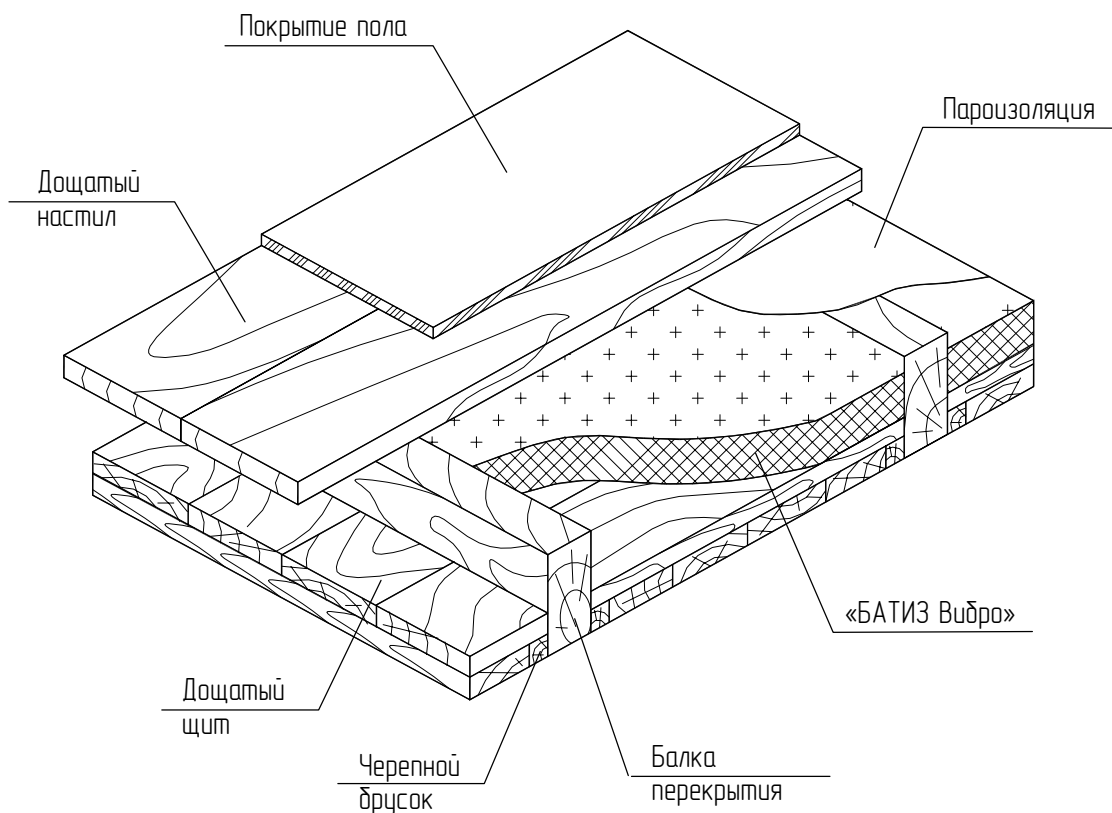
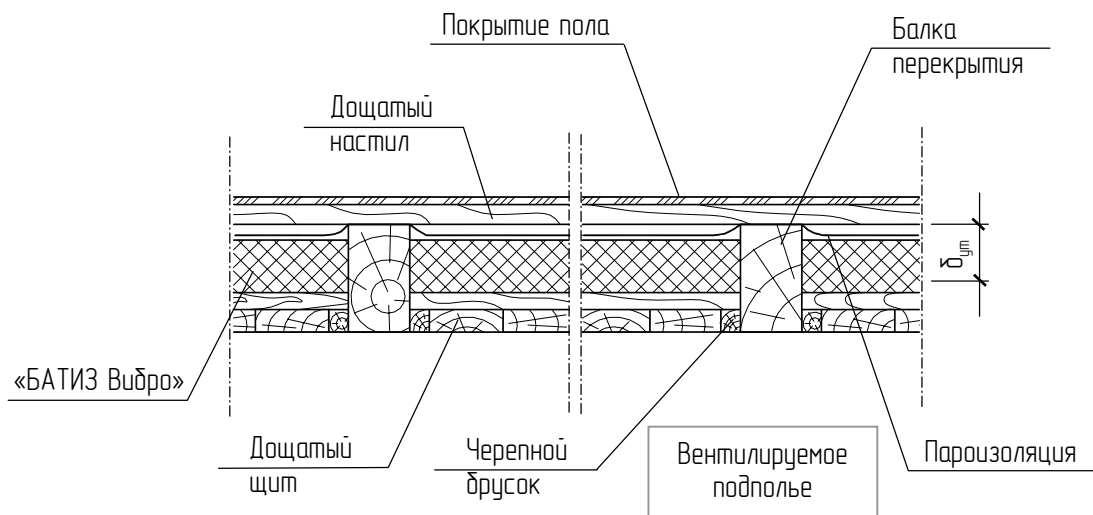
Звукоизолирующее междуэтажное перекрытие (вариант 2)



Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

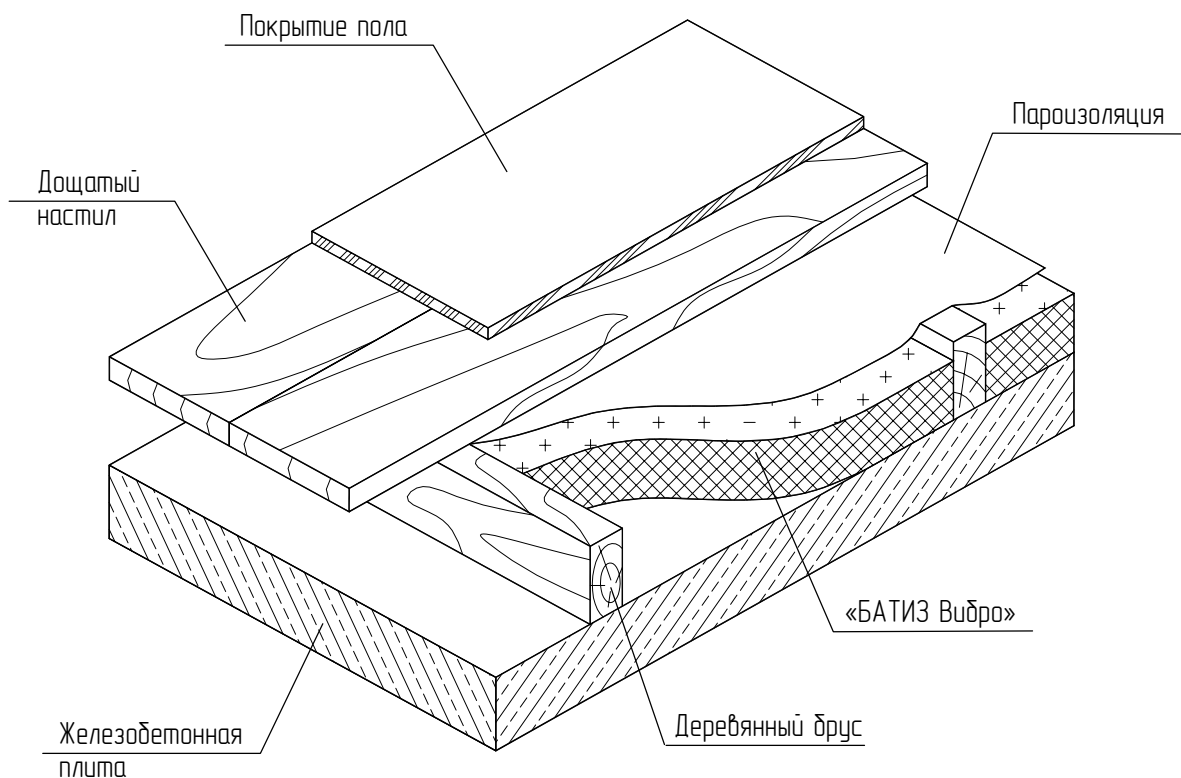
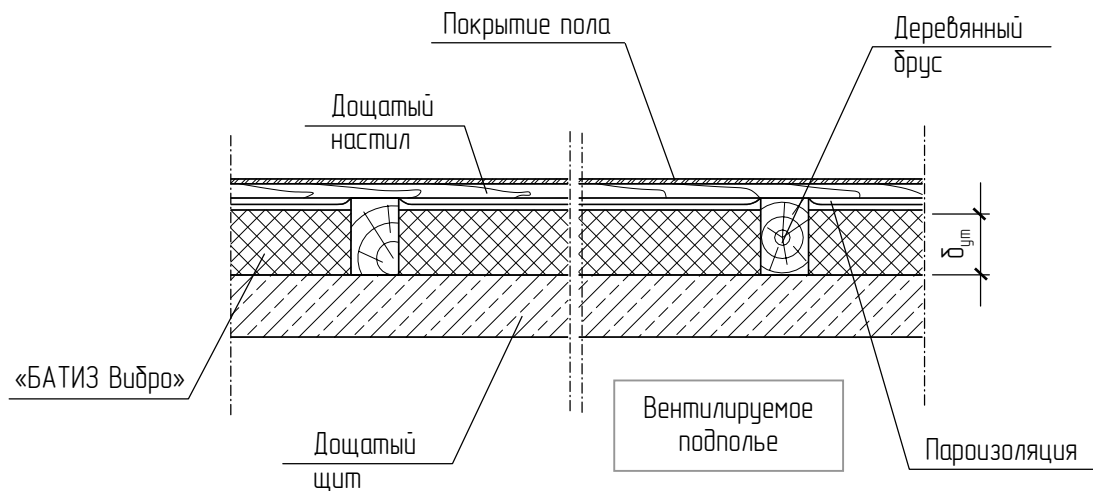


Утепление цокольного перекрытия, выполненного из деревянных балок



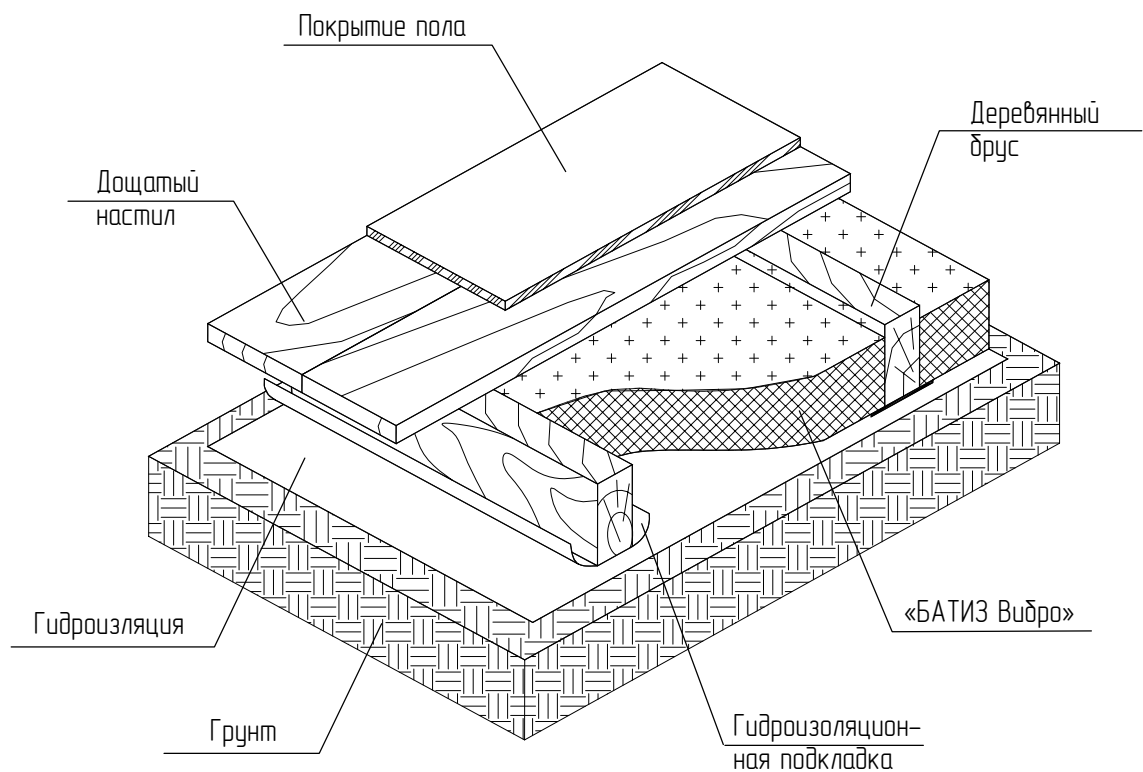
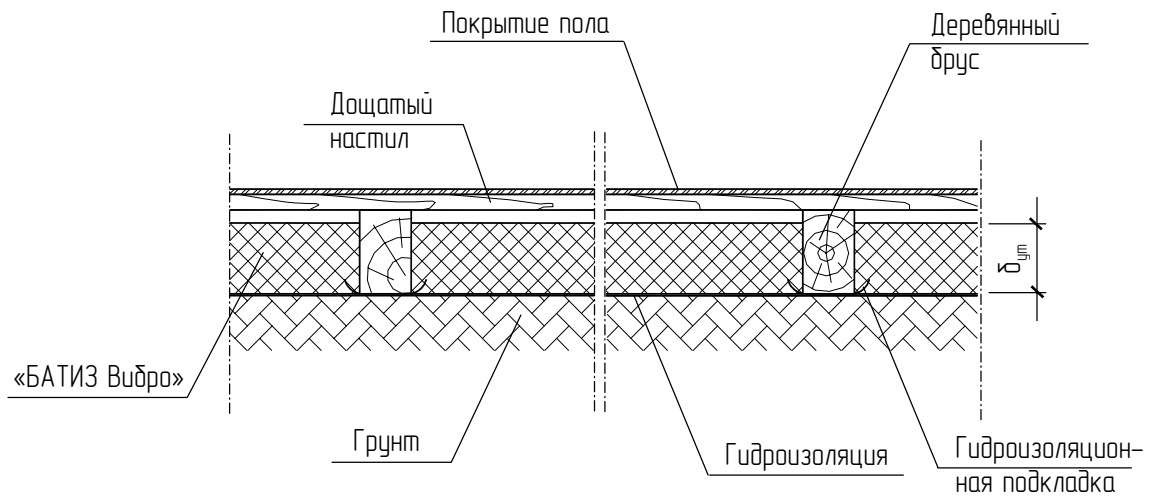
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Утепление цокольного перекрытия, выполненного из железобетонных плит



Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Утепление пола, выполненного по грунту

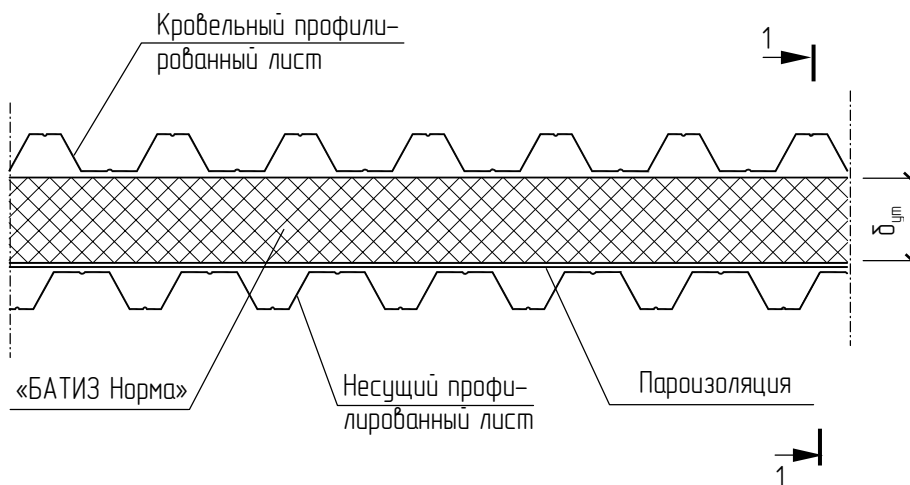


Примечание.

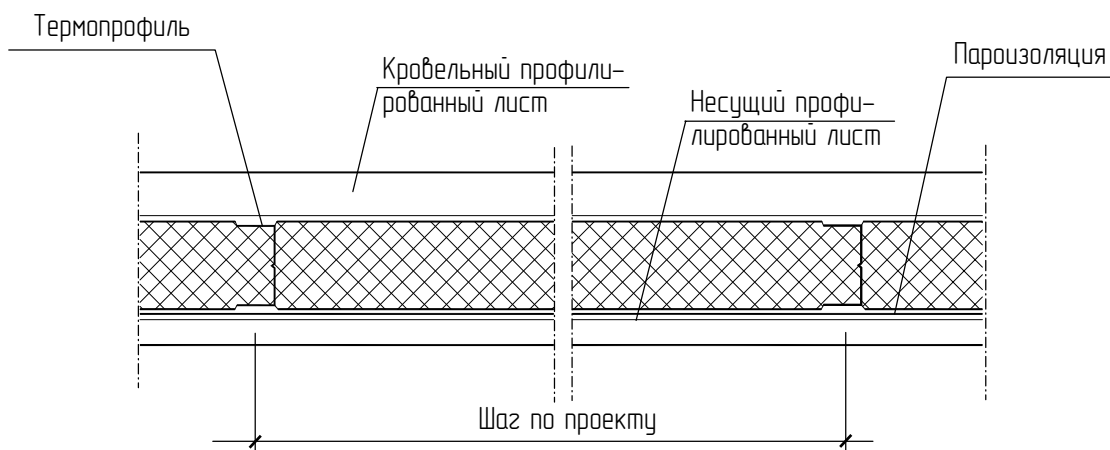
Перед устройством пола выполнить подготовку грунта со стяжкой.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Утепление совмещенного покрытия, выполненного из оцинкованных профилированных листов
(вариант 1)

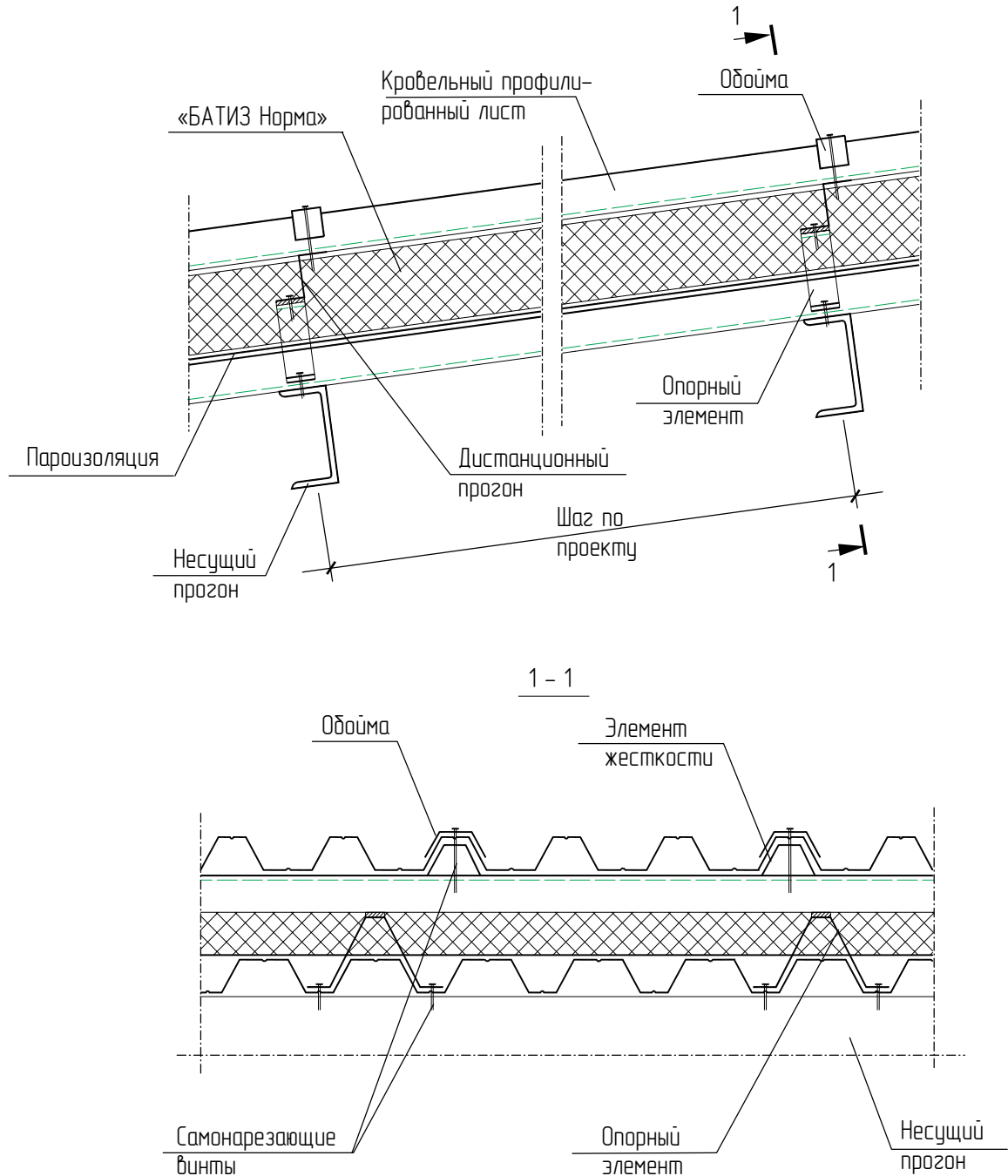


1 - 1



Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Утепление покрытия, выполненного из оцинкованных профилированных листов (вариант 2)

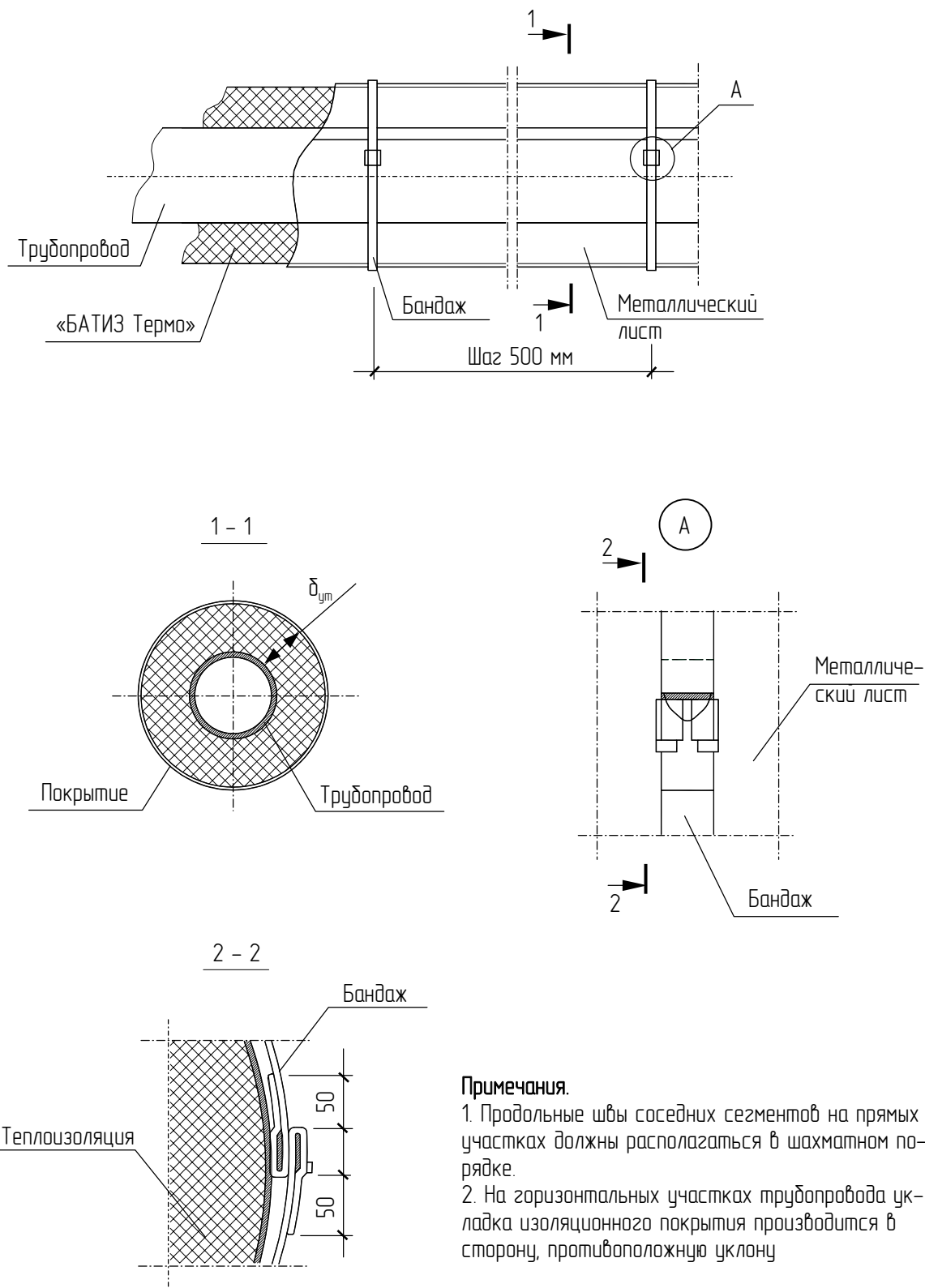


Примечания.

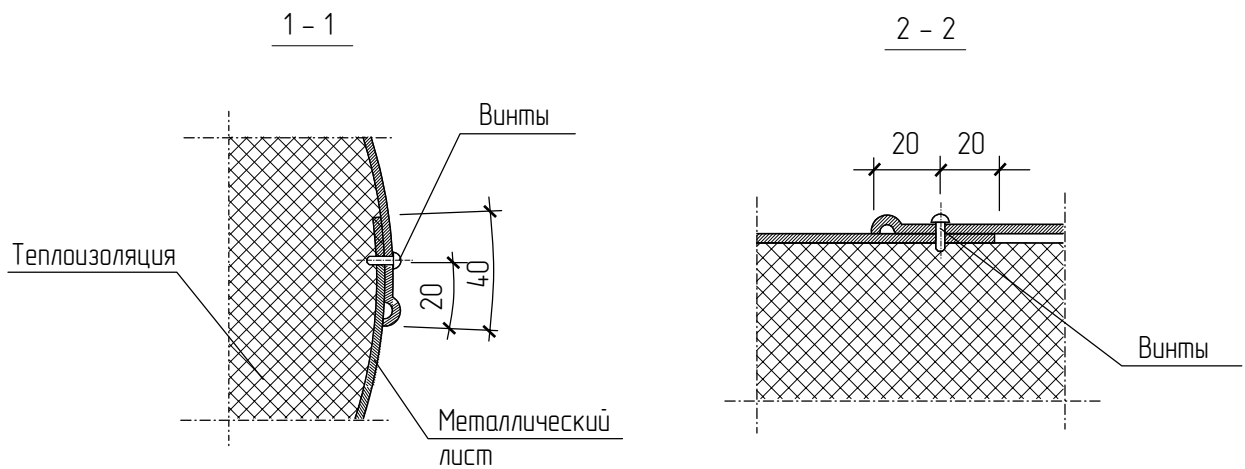
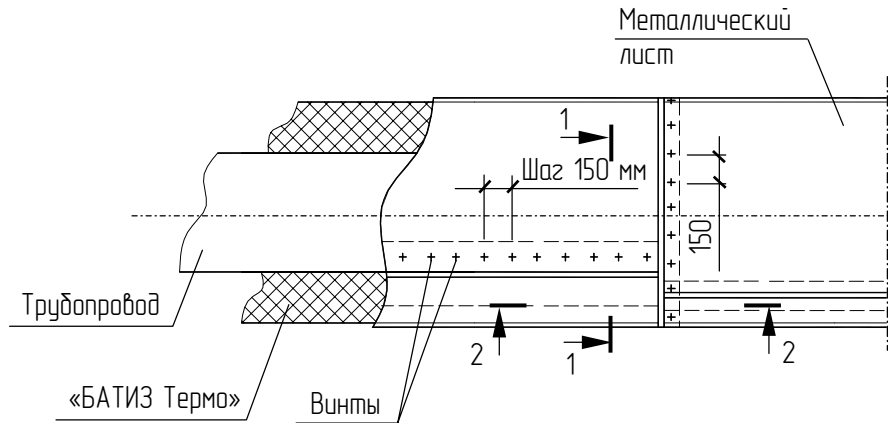
1. Все самонарезающие винты должны устанавливаться с неопреновыми резиновыми шайбами
2. Соединения отдельных кровельных листов должны быть загерметизированы атмосферостойким герметиком
3. С наружной стороны теплоизоляционного слоя рекомендуется укладывать ветрозащитную мембрану.

										Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	6-06 / ПРИЛОЖЕНИЯ				13

Тепловая изоляция трубопроводов (крепление покрытия бандажми)



Тепловая изоляция трубопроводов (крепление покрытия винтами)

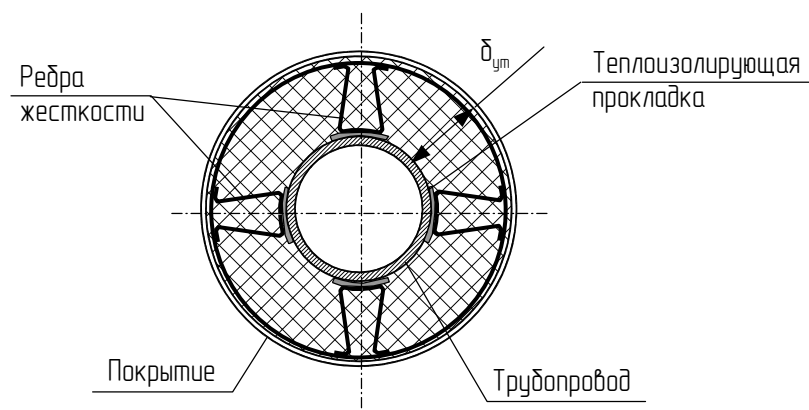


Примечания.

1. Продольные швы соседних сегментов на прямых участках должны располагаться в шахматном порядке.
2. На горизонтальных участках трубопровода укладка изоляционного покрытия производится в сторону, противоположную уклону

						6-06 / ПРИЛОЖЕНИЯ	Лист
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата		15

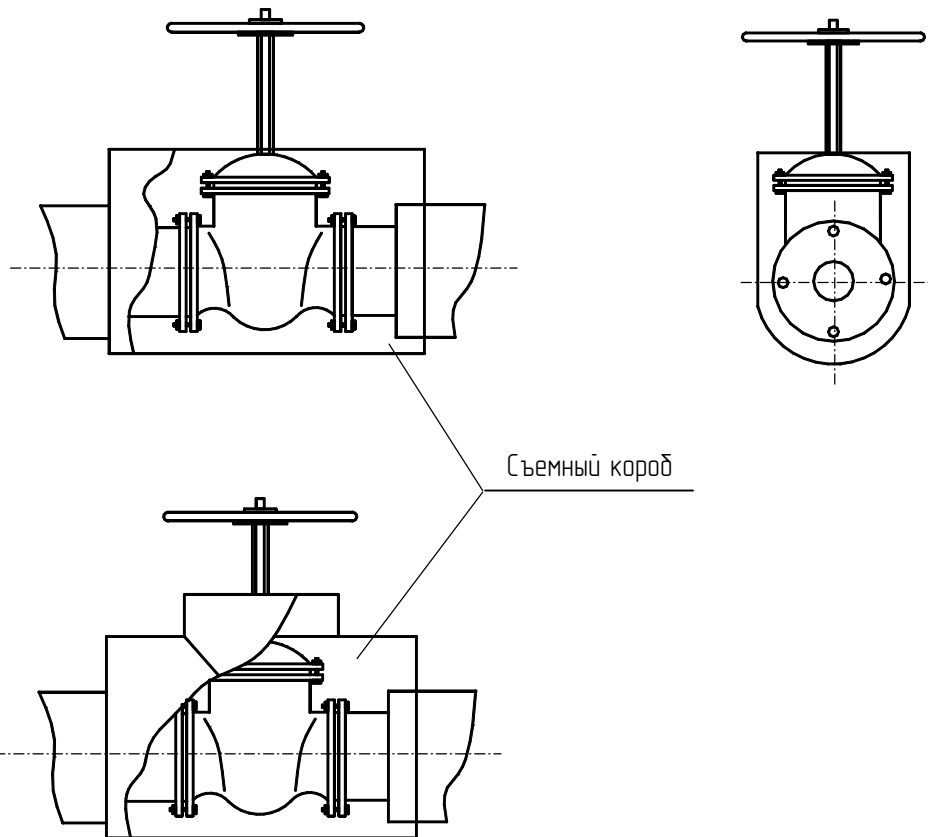
Тепловая изоляция трубопроводов с использованием опорных колец

**Примечание.**

Опорные кольца рекомендуется применять на трубопроводах диаметром более 325 мм.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата

Тепловая изоляция запорной и регулирующей арматуры с использованием съемных коробов



Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата



[Lined area for attachments]					
------------------------------	--	--	--	--	--

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата