

ОАО "ЦНИИПРОМЗДАНИЙ"

СТРОИТЕЛЬНЫЕ РУЛОННЫЕ ИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ «ИЗОСПАН» В МНОГОСЛОЙНЫХ СТЕНАХ И ПОКРЫТИЯХ С ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЕЙ ИЗ МИНЕРАЛО- И СТЕКЛОВАТНЫХ ПЛИТ И МАТОВ

Материалы для проектирования и рабочие чертежи узлов

Шифр М24.09/06

Москва, 2006 г.

gost.e-ecolog.ru

ОАО "ЦНИИПРОМЗДАНИЙ"

Добровольная сертификация

Проектная документация сертифицирована.
Сертификат соответствия ГОСТ Р
№ РОСС RU.СР48.С00008

Открытое акционерное общество
"Центральный научно-исследовательский
и проектно-экспериментальный институт
промышленных зданий и сооружений"
ОАО "ЦНИИПромзданий"
127238, Москва, Дмитровское шоссе, 46, корп. 2

СТРОИТЕЛЬНЫЕ РУЛОННЫЕ ИЗОЛЯЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ «ИЗОСПАН» В МНОГОСЛОЙНЫХ СТЕНАХ И ПОКРЫТИЯХ С ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЕЙ ИЗ МИНЕРАЛО- И СТЕКЛОВАТНЫХ ПЛИТ И МАТОВ

Материалы для проектирования и рабочие чертежи узлов

Шифр М24.09/06

Зам. генерального директора С.М. Гликин

Руководитель отдела А.М. Воронин

Москва, 2006 г.

СИСТЕМА СЕРТИФИКАЦИИ ГОСТ Р
ГОССТАНДАРТ РОССИИ

Добровольная сертификация

СЕРТИФИКАТ СООТВЕТСТВИЯ

№ РОСС RU.0Г48.С00008

Срок действия с 30.04.2006 **по** 30.04.2009

0435816

ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ

ОРГАН ПО СЕРТИФИКАЦИИ ПРОЕКТНОЙ ПРОДУКЦИИ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ
№ РОСС RU.0001.11СР48 от 19.12.2005
Россия, 127238, Москва, Дмитровское шоссе, д.46, корп.2, тел. 482-07-78

ПРОДУКЦИЯ

код ОК 005 (ОКП):

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ «СТРОИТЕЛЬНЫЕ РУЛОННЫЕ И ПЛИТНЫЕ МАТЕРИАЛЫ «ИЗОСПАН» В МНОГОСЛОЙНЫХ СТЕНАХ И ПОКРЫТИЯХ С ТЕПЛОИЗОЛЯЦИЕЙ ИЗ МИНЕРАЛО- И СТЕКЛОВАТНЫХ ПЛИТ И МАТОВ. МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И РАБОЧИЕ ЧЕРТЕЖИ УЗЛОВ». ШИФР М24.09/06

СООТВЕТСТВУЕТ ТРЕБОВАНИЯМ НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТОВ

код ТН ВЭД:

СНиП 31-01-2003, СНиП 21-01-97* (издание 2004 г.)
СНиП 31-03-2001, СНиП 2.09.04-87* (издание 2001 г.)
СНиП 31-05-2003, СНиП 23-02-2003

ИЗГОТОВИТЕЛЬ

ОАО «ЦНИИПРОМЗДАНИЙ»
Россия, 127238, г. Москва, Дмитровское шоссе, д.46, корп. 2, тел. 482-18-23
ИНН 7713006939

СЕРТИФИКАТ ВЫДАН

ОАО «ЦНИИПРОМЗДАНИЙ»

НА ОСНОВАНИИ

экспертного заключения № 4066/06 от 27.04.06, выполненного органом по сертификации проектной продукции в строительстве № РОСС RU.0001.11СР48 от 19.12.2005

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Сертификация проведена по схеме 1.
Маркировка проектной документации производится знаком соответствия органа по сертификации № РОСС RU.0001.11СР48 в правом верхнем углу титульного листа

Руководитель органа подпись Г. П. Володин (инициалы, фамилия)

Эксперт подпись Л. А. Кан (инициалы, фамилия)

Сертификат не применяется при обязательной сертификации

Копия изготовлена ЗАО "КРЕДОН" (свидетельство № 00 ОБ/002 ИНН 7713 ОГРН 1 Тел. (495) 787-6117, г. Москва, 2008 г.

Обозначение документа	Наименование	стр.
	Сертификат	2
М24.09/06-ПЗ	Пояснительная записка	4
	1. Общие положения	4
	2. Применяемые материалы	5
	3. Нормы теплозащиты и данные по толщине теплоизоляции	8
	4. Стены с экранами из плиток	28
	5. Стены с облицовкой из оцинкованных стальных профлистов	30
	6. Покрытия с кровлей из оцинкованных стальных профлистов	30
	7. Ограждающие конструкции мансард	32
	8. Конструктивные решения чердачных перекрытий	35
	9. Конструктивные решения полов	35
М24.09/06-1	РАЗДЕЛ 1. Стены с экранами из плиток	36
М24.09/06-2	РАЗДЕЛ 2. Стены с облицовкой из оцинкованных стальных профлистов	58
М24.09/06-3	РАЗДЕЛ 3. Покрытия с кровлей из оцинкованных стальных профлистов	74
М24.09/06-4	РАЗДЕЛ 4. Ограждающие конструкции мансард	81
М24.09/06-5	РАЗДЕЛ 5. Чердачные перекрытия	102
М24.09/06-6	РАЗДЕЛ 6. Полы	106
	ПРИЛОЖЕНИЯ	109
	ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Расчет приведенного сопротивления теплопередаче и температурно-влажностного режима многослойных конструкций стен с вентилируемой воздушной прослойкой.	110
	ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Расчет покрытия с вентилируемой воздушной прослойкой.	126

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ООО «Гекса – нетканые материалы» М24.09/06		
Зам. ген. дир.		Гликин				Содержание	Стадия	Лист	Листов
Рук. отд.		Воронин					МП	1	1
С.н.с.		Пешкова					ОАО ЦНИИПРОМЗДАНИЙ г. Москва. 2006 г.		

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1. Альбом содержит материалы для проектирования и рабочие чертежи узлов с применением ветро-, гидрозащитных и пароизоляционных материалов «ИЗОСПАН» в многослойных стенах и покрытиях зданий различного назначения с минерало- или стекловолокнистой теплоизоляцией. Материалы «ИЗОСПАН» представляют собой нетканые и тканые полипропиленовые материалы, ламинированные полипропиленом и неламинированные с определенными добавками, некоторые марки включают вспененный полиэтилен соединены с композитом из БОПП – пленки, металлизированной внутри и соединительных лент. Материалы «ИЗОСПАН» изготовляются ООО «Гекса – нетканые материалы» (Россия).

1.2. Материалы разработаны для следующих условий:

здания одно- и многоэтажные, II – V степени огнестойкости с сухим, нормальным, влажным и мокрым температурно-влажностным режимом для строительства на всей территории страны;

стены – несущие, самонесущие или навесные из кирпича или других каменных материалов, бетона, дерева, металла, с вентиляционным каналом над теплоизоляционным слоем из минерало- и стекловатных плит и матов, а также других типов теплоизоляции и защитно-декоративным наружным слоем из профилированного металлического листа или других листовых или штучных материалов;

покрытия – совмещенные или чердачные вентилируемые с указанной выше теплоизоляцией и кровлей из мелкоштучных, волнистых и профилированных листовых материалов, оцинкованной стали и меди;

температура холодной пятидневки обеспеченностью 0,92 – до минус 55 °С.

1.3. Проектирование следует вести с учетом указаний и ограничений действующих норм:

СНиП 31-01-2003 «Здания жилые многоквартирные»;

СНиП 31-05-2003 «Общественные здания административного назначения»;

СНиП 31-03-2001 «Производственные здания»;

СНиП 2.09.04-87* «Административные и бытовые здания» (изд. 2001);

СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий»;

СНиП 21-01-97* «Пожарная безопасность зданий и сооружений.

2. ПРИМЕНЯЕМЫЕ МАТЕРИАЛЫ

2.1. В качестве ветро- и гидрозащиты теплоизоляции стен и скатных кровель применяется рулонный материал «ИЗОСПАН» (ТУ 5774-003-18603495-2004, изм. № 1) следующих типов:

«ИЗОСПАН А» - ветро- влагозащитная паропроницаемая мембрана, обеспечивающая защиту утеплителя и внутренних элементов конструкций и стен зданий всех типов от конденсата паров влаги. Применяется в конструкциях утепленных кровель с любым кровельным покрытием и стен с наружным утеплением, в том числе в системах вентилируемых фасадов;

«ИЗОСПАН AS» - трехслойная гидро-ветрозащитная паропроницаемая мембрана, защищающая от влаги любые типы покрытия в утепленных кровлях и служащая для защиты утеплителя и несущих элементов от подкровельного конденсата в холодный период и как дополнительная защита от ветра, снега и атмосферной влаги при косом дожде в местах неплотной укладки и дефектов кровли и вентилируемых стен;

«ИЗОСПАН АМ» - двухслойная гидро-ветрозащитная паропроницаемая мембрана, обеспечивающая надежную защиту утеплителя и внутренних элементов конструкций кровли и стен зданий всех типов от атмосферной влаги и конденсата паров влаги изнутри помещения. Применяется в конструкциях утепленных кровель с любым кровельным покрытием и стен с наружным утеплением, в том числе в системах вентилируемых фасадов;

«ИЗОСПАН СМ» - гидроизоляционный материал, одна из поверхностей которого представляет собой антиконденсатный слой, предназначенный для удержания влаги и последующего ее выведения изнутри конструкции. Применяется в качестве гидроизоляции в конструкциях утепленных и неутепленных наклонных кровель. Предотвращает проникновение атмосферной влаги и пыли в конструкцию и утеплитель и способствует выведению подкровельного конденсата изнутри конструкции;

«ИЗОСПАН DM» - гидроизоляционный материал повышенной прочности, одна из поверхностей которого представляет собой антиконденсатный слой, предназначенный для удержания влаги и последующего ее выведения изнутри конструкции. Применяется в качестве гидроизоляции в конструкциях утепленных и неутепленных наклонных кровель. Предотвращает проникновение атмосферной влаги и пыли в конструкцию и утеплитель и способствует выведению подкровельного конденсата изнутри конструкции.

2.2. В качестве пароизоляции рекомендуется применять следующие марки материала «ИЗОСПАН» (ТУ 5774-003-18603495-2004, изм. № 1):

«ИЗОСПАН В» - паронепроницаемый материал, препятствующий насыщению водяными парами строительных конструкций изнутри помещения. Применяется для пароизоляции кровель и стен при их внутреннем или наружном утеплении в зданиях всех типов, а также в утепленных чердаках, цокольных и междуэтажных перекрытиях и полах, укладываемых по бетонному основанию;

«ИЗОСПАН С» - гидро-пароизоляционный материал. Применяется для защиты деревянных элементов конструкций неутепленных кровель и чердачных перекрытий от подкровельного конденсата и атмосферной влаги, а также в качестве гидроизолирующей прослойки в бетонных и цементных стяжках при устройстве полов и плоских кровель;

«ИЗОСПАН D» - универсальный гидро-пароизоляционный материал, используемый для защиты строительных конструкций от проникновения водяных паров, конденсата и влаги при устройстве кровель, междуэтажных перекрытий, фундаментов и др., а также в качестве гидроизоляции во влажных помещениях;

«ИЗОСПАН FS», «ИЗОСПАН FD», «ИЗОСПАН FX» - четырехслойные гидро-пароизоляционные материалы с эффектом отражения инфракрасного излучения теплового потока. Применяется в качестве гидро-пароизоляции в конструкциях кровель, стен и перекрытий зданий всех типов для защиты внутренних элементов конструкций неутепленных кровель и чердачных перекрытий от подкровельного конденсата и атмосферной влаги, защиты неутепленных чердачных помещений от перегрева в летний период, в качестве гидро-пароизоляции в конструкциях утепленных кровель и стен с наружным утеплением, в том числе в системах вентилируемых фасадов, а также в качестве гидроизолирующей и отражающей инфракрасное излучение прослойки в бетонных и цементных стяжках при устройстве полов всех типов и плоских
кровель, а также в качестве отражающего экрана за элементами отопительной системы зданий с целью направленного отражения тепла внутрь помещения;

2.3. Для надежного скрепления между собой полотен материалов «ИЗОСПАН» любой марки, а также для герметизации мест примыкания полотен материалов «ИЗОСПАН» к другим элементам кровли или стен следует применять следующие марки:

«ИЗОСПАН SL» - паро-гидроизоляционная соединительная лента – герметик (ТУ 5772-002-25687015-99), имеющая двухсторонний клеевой слой. Ленту закрепляют к изолируемому элементу при помощи металлической планки;

«ИЗОСПАН FL» - соединительная клейкая лента с односторонним клеевым слоем и металлизированным покрытием.

2.4. Физико-технические показатели материалов «ИЗОСПАН» приведены в табл. 1 (получены по результатам испытаний в отделе кровель ОАО «ЦНИИПромзданий» по ГОСТ 2678-94 «Материалы рулонные кровельные и гидроизоляционные. Методы испытаний» и ГОСТ 25898-83 «Материалы и изделия строительные. Методы определения сопротивления паропроницанию»).

Таблица 1

Физико-технические показатели материалов «ИЗОСПАН»

№ п/п	Показатель	Результаты испытаний «ИЗОСПАН» марки										
		A	AS	AM	CM	DM	B	C	D	FS	FD	FX
1	Масса, г/м^2	95 - 110	85-100 100-120	80-100	75-104	104-114	60-75	80-100	80-105	80-95	110-135	2 мм – 135-145 3 мм – 140-160 4 мм – 165-175 5 мм 180-190 8 мм – 210-220 10 мм – 230-240
2	Толщина, мм	0,45	0,36	0,30	0,35	0,40	0,25	0,25	0,15	0,17	0,25	от 2 до 10
3	Разрывная нагрузка при растяжении в продольном направлении, Н	150	130 180	110	100 150	900	100	150	750	160	800	150
4	Относительное удлинение при разрыве, %	70	30 40	70	80	30	80	140	30	80	30	80
5	Сопротивление паропроницанию, м$^2 \cdot$ ч $\cdot$ Па/мг	0,05	0,05	0,05	3,5	7,5	7,0	7,0	7,0	паронепроницаемые		
6	Водонепроница-емость в течение 72 часов при давлении 0,001 МПа	водонепроницаемые										
7	Гибкость на брусе с закруглением радиусом (5,0±0,2) мм при температуре минус 20 °С	отсутствие трещин										
8	Водоупорность, мм вод. ст.	250	880 1000	880	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000

2.5. Для теплоизоляции стен и скатных кровель применяют изделия из гидрофобизированных минераловолокнистых плит по ТУ 5762-005-45757203-99 изменение №1; ГОСТ 9573-96, ГОСТ 22950-95 и из стеклянного штапельного волокна по ГОСТ 10499-78 или теплоизоляционные стекловолокнистые изделия по ТУ 5763-002-00287697-97 или ГОСТ 10499-95, пенополистирольные плиты по ГОСТ 15588-86 и экструдированный пенополистирол по ТУ 5767-002-46261013-99.

3. НОРМЫ ТЕПЛОЗАЩИТЫ И ДАННЫЕ ПО ТОЛЩИНЕ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ

3.1. Минимальное допустимое сопротивление теплопередаче стен и покрытий зданий различного назначения и разных климатических условий регламентировано СНиП 23-02-2003 «Тепловая защита зданий».

3.2. По назначению рассматриваемые в работе здания образуют четыре группы:

1. Жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты;

2. Общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным режимом;

3. Производственные с сухим и нормальным режимами;

4. Здания с влажным и мокрым режимами.

3.3. ***При новом строительстве*** необходимая толщина слоя теплоизоляции из минераловатных плит определялась с учетом следующих условий.

В вентилируемых конструкциях стен несущая часть предусмотрена из полнотелого керамического кирпича или камней толщиной 380 мм, а в качестве облицовки могут быть использованы природные плитные материалы, асбестоцементные плоские листы, окрашенные или офактуренные цветной каменной крошкой, плиты керамогранита, стальные и алюминиевые кассеты, керамические блоки и т.п. В зданиях 1 и 2 группы стена с внутренней стороны имеет отделочный штукатурный слой толщиной 20 мм. Коэффициент теплотехнической однородности 0,95, без учета откосов проемов и других теплопроводных включений.

Возможен вариант наружного защитно-декоративного слоя из лицевого кирпича толщиной 120 мм.

В вентилируемых покрытиях несущая часть предусмотрена из сборных железобетонных ребристых плит по серии 1.465.1-21, многопустотных железобетонных плит толщиной 220 мм по ГОСТ 9561-91, монолитного железобетона или металлических профнастилов.

3.4. Необходимая толщина слоя теплоизоляции из минерало- и стекловолокнистых плит для стен и скатных кровель перечисленных выше трех групп приведена, соответственно, в табл. 2 и 2а при $\lambda_А$ = 0,05 Вт/(м°С) и $\lambda_Б$ = 0,06 Вт/(м°С). При применении других теплоизоляционных материалов необходимую толщину определяют, исходя из соотношения коэффициентов теплопроводности.

3.5. ***При реконструкции*** толщина слоя дополнительной теплоизоляции определялась с учетом следующих условий:

Стены выполнены из полнотелого керамического кирпича толщиной в зависимости от назначения здания и района строительства – 380, 510, 640 или 770 мм со штукатуркой 20 мм для зданий 1 и 2 группы и без штукатурки – для зданий 3 группы.

Покрытия имеют существующее сопротивление теплопередаче, равное его значению, определенному по формуле, исходя из санитарно-гигиенических условий для $t_в$=18 °С и $\varphi_в$=55%. Дополнительная теплоизоляция предусматривается по существующему покрытию с учетом кровли.

Необходимая толщина дополнительной теплоизоляции для реконструируемых стен и скатных кровель для первых трех групп зданий и всех областных и республиканских центров страны приведены соответственно в таблицах 2 и 2а.

3.6. Необходимость устройства специального парозащитного слоя определяется расчетом по СНиП 23-02-2003. Пароизоляционный слой располагается между несущим слоем стены или покрытия и слоем эффективной теплоизоляции.

Таблица 2

№ п/п	Город РФ	Условия эксплуатации	Градусо-сутки	Тип помещения	СТЕНЫ			
					Новое строительство		Реконструкция	
					$R_o^{тр}$, м².°С/Вт	Толщина теплоизоляции, мм	$R_o^{сущ}$, м².°С/Вт	Толщина дополнительной теплоизоляции, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Архангельск	Б	6170	1	3,56	190	0,97	130
			5670	2	2,90	140	0,78	110
				3	2,13	90	0,69	70
2	Астрахань	А	3540	1	2,64	110	0,82	70
			3200	2	2,08	80	0,66	50
				3	1,64	50	0,57	50
3	Анадырь	Б	9500	1	4,72	250	1,13	190
			8900	2	3,87	200	0,93	160
				3	2,76	140	0,81	110
4	Барнаул	А	6120	1	3,54	160	1,12	100
			5680	2	2,90	120	0,91	70
				3	2,13	80	0,8	60
5	Белгород	А	4180	1	2,86	120	0,82	100
			3800	2	2,32	90	0,66	70
				3	1,76	70	0,57	50
6	Благовещенск	Б	6670	1	3,74	200	1,02	145
			6240	2	3,07	150	0,83	110
				3	2,25	100	0,73	85
7	Брянск	Б	4570	1	3,00	150	0,87	110
			4160	2	2,45	110	0,7	85
				3	1,83	80	0,62	60

Продолжение табл.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	Волгоград	А	3950	1	2,78	120	0,85	75
			3600	2	2,24	80	0,69	60
				3	1,72	50	0,6	50
9	Вологда	Б	5570	1	3,35	180	0,97	120
			5100	2	2,73	130	0,78	100
				3	2,02	90	0,69	75
10	Воронеж	А	4530	1	3,0	130	0,87	85
			4140	2	2,44	90	0,7	75
				3	1,83	70	0,62	50
11	Владимир	Б	5000	1	3,3	160	0,91	120
			4580	2	2,57	130	0,74	85
				3	1,91	80	0,64	75
12	Владивосток	Б	4680	1	3,04	150	0,83	110
			4300	2	2,49	110	0,67	100
				3	1,86	80	0,59	75
13	Владикавказ	А	3410	1	2,59	110	0,72	85
			3060	2	2,02	70	0,58	60
				3	1,61	50	0,50	50
14	Грозный	А	3060	1	2,47	90	0,72	75
			2740	2	1,9	70	0,58	50
				3	1,55	50	0,5	50
15	Екатеринбург	А	5980	1	3,49	160	1,04	100
			5520	2	2,85	120	0,85	85
				3	2,10	80	0,74	60
16	Иваново	Б	5230	1	3,23	160	0,93	120
			4800	2	2,64	130	0,75	110
				3	1,96	80	0,66	75

Продолжение табл.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
17	Игарка	Б	9660	1	4,78	260	1,28	180
			9090	2	3,93	200	1,06	145
				3	2,82	140	0,92	100
18	Иркутск	А	6480	1	3,79	170	1,06	110
			6360	2	3,12	130	0,86	100
				3	2,27	90	0,76	75
19	Ижевск	Б	5680	1	3,39	180	1,08	120
			5240	2	2,77	140	0,88	100
				3	20,5	90	0,8	75
20	Йошкар-Ола	Б	5520	1	3,33	160	1,02	110
			5080	2	2,72	130	0,83	85
				3	2,02	90	0,73	75
21	Казань	Б	5420	1	3,30	160	0,98	120
			4990	2	2,70	130	0,8	100
				3	2,0	90	0,7	75
22	Калининград	Б	3650	1	2,68	130	0,72	100
			3260	2	2,10	90	0,58	75
				3	1,65	60	0,5	60
23	Калуга	Б	4810	1	3,08	150	0,89	110
			4400	2	2,52	130	0,72	85
				3	1,88	80	0,63	75
24	Кемерово	А	6540	1	3,69	160	1,12	110
			6080	2	3,02	120	0,91	85
				3	2,21	80	0,8	60
25	Вятка	Б	5870	1	3,45	180	1,0	120
			5400	2	2,82	140	0,82	100
				3	2,08	90	0,71	75

Продолжение табл.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
26	Кострома	Б	5300	1	3,25	160	0,97	110
			4860	2	2,66	130	0,78	85
				3	1,97	80	0,69	75
27	Краснодар	А	2680	1	2,34	90	0,74	60
			2380	2	1,75	50	0,59	50
				3	1,48	40	0,52	40
28	Красноярск	А	6340	1	3,62	160	1,13	100
			5870	2	2,96	120	0,93	75
				3	2,17	80	0,81	60
29	Курган	А	5980	1	3,49	150	1,08	100
			5550	2	2,86	120	0,88	75
				3	2,11	80	0,77	60
30	Курск	Б	4400	1	2,95	150	0,87	110
			4040	2	2,41	110	0,7	85
				3	1,80	80	0,62	60
31	Кызыл	А	7880	1	4,16	180	1,26	120
			7430	2	3,43	150	1,06	100
				3	2,49	90	0,64	75
32	Липецк	А	4730	1	3,06	130	0,89	85
			4320	2	2,50	90	0,72	75
				3	1,86	70	0,63	50
33	Магадан	Б	7800	1	4,13	210	0,93	170
			7230	2	3,37	180	0,91	135
				3	2,45	110	0,8	100
34	Махачкала	А	2560	1	2,30	80	0,64	75
			2260	2	1,7	50	0,51	50
				3	1,45	40	0,45	50

Продолжение табл.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
35	Москва	Б	4940	1	3,13	150	0,87	110
			4520	2	2,55	130	0,73	85
				3	1,9	80	0,61	75
36	Мурманск	Б	6380	1	3,63	190	0,89	145
			5830	2	2,95	150	0,72	120
				3	2,17	100	0,63	85
37	Нальчик	А	3260	1	2,54	90	0,72	75
			2920	2	1,97	70	0,58	60
				3	1,58	50	0,5	50
38	Нижний Новгород	Б	5180	1	3,21	160	0,97	110
			4750	2	2,63	130	0,78	85
				3	1,95	80	0,67	75
39	Новгород	Б	4930	1	3,13	150	0,89	110
			4490	2	2,55	130	0,72	85
				3	1,9	80	0,63	75
40	Новосибирск	А	6600	1	3,71	160	1,12	110
			6140	2	3,04	120	0,91	85
				3	2,23	80	0,8	60
41	Омск	А	6280	1	3,60	160	1,08	110
			5840	2	2,85	120	0,88	75
				3	2,17	80	0,77	60
42	Оренбург	А	5310	1	3,26	130	0,97	100
			4900	2	2,67	110	0,78	75
				3	1,98	70	0,69	60

Продолжение табл.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
43	Орел	Б	4650	1	3,03	150	0,87	110
			4250	2	2,48	110	0,7	85
				3	1,85	80	0,62	75
44	Пенза	А	5070	1	3,17	130	0,94	100
			4660	2	2,60	110	0,75	75
				3	1,93	70	0,66	60
45	Пермь	Б	5930	1	3,48	180	1,05	120
			5470	2	2,84	140	0,84	100
				3	2,09	90	0,75	75
46	Петрозаводск	Б	5540	1	3,34	160	0,94	120
			5060	2	2,85	140	0,75	110
				3	2,10	90	0,66	85
47	Петропавловск-Камчатский	Б	4760	1	3,07	150	0,76	120
			4250	2	2,48	110	0,61	100
				3	1,85	80	0,53	75
48	Псков	Б	4580	1	3,0	150	0,87	110
			4160	2	2,45	110	0,7	85
				3	1,83	80	0,62	60
49	Ростов-на-Дону	А	3520	1	2,63	110	0,83	75
			3180	2	2,07	70	0,64	60
				3	1,64	50	0,55	50
50	Рязань	Б	4890	1	3,11	160	0,89	110
			4470	2	2,54	130	0,72	85
				3	1,90	80	0,64	75

Продолжение табл.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
51	Самара	Б	5110	1	3,19	160	0,95	110
			4710	2	2,61	130	0,77	85
				3	1,94	80	0,68	75
52	Санкт-Петербург	Б	4800	1	3,08	150	0,87	110
			4360	2	2,51	110	0,7	85
				3	1,87	80	0,62	75
53	Саранск	А	5120	1	3,19	130	0,95	100
			4700	2	2,61	110	0,77	85
				3	1,94	70	0,68	60
54	Саратов	А	4760	1	3,07	130	0,89	85
			4370	2	2,51	90	0,72	75
				3	1,87	70	0,64	60
55	Салехард	Б	9170	1	4,61	250	1,17	180
			8590	2	3,78	200	0,96	145
				3	2,72	130	0,85	110
56	Смоленск	Б	4820	1	3,09	150	0,87	110
			4400	2	2,52	130	0,7	85
				3	1,88	80	0,62	75
57	Ставрополь	А	3210	1	2,52	90	0,74	75
			2880	2	1,95	70	0,59	50
				3	1,58	50	0,52	50
58	Сыктывкар	Б	6320	1	3,61	190	1,06	135
			5830	2	2,95	150	0,86	100
				3	2,17	90	0,76	75
59	Тамбов	А	4760	1	3,07	130	0,91	85
			4360	2	2,51	90	0,73	75
				3	1,87	70	0,66	50

Продолжение табл.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
60	Тверь	Б	5010	1	3,15	160	0,93	110
			4580	2	2,57	130	0,75	85
				3	1,92	80	0,66	75
61	Томск	Б	6700	1	3,75	200	1,13	135
			6230	2	3,07	150	0,93	100
				3	2,25	100	0,82	75
62	Тула	Б	4760	1	3,07	150	0,89	110
			4350	2	2,50	130	0,72	85
				3	1,87	80	0,64	75
63	Тюмень	А	6120	1	3,54	160	1,08	100
			5670	2	2,90	120	0,88	75
				3	2,13	80	0,78	60
64	Ульяновск	А	5380	1	3,29	130	0,97	100
			4960	2	2,69	110	0,78	75
				3	1,99	70	0,69	60
65	Улан-Удэ	А	7200	1	3,92	170	1,08	120
			6730	2	3,22	130	0,88	100
				3	2,35	90	0,78	75
66	Уфа	А	5520	1	3,33	150	1,04	100
			5090	2	2,73	110	0,84	75
				3	2,02	70	0,75	60
67	Хабаровск	Б	6180	1	3,56	190	0,97	135
			5760	2	2,93	140	0,78	110
				3	2,15	90	0,68	85
68	Чебоксары	Б	5400	1	3,29	160	0,98	120
			4970	2	2,70	130	0,8	100
				3	2,00	90	0,71	75

Продолжение табл.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
69	Челябинск	А	5780	1	3,43	170	1,02	100
			5340	2	2,80	120	0,83	75
				3	2,07	80	0,73	60
70	Чита	А	7600	1	4,06	180	1,1	120
			7120	2	3,34	150	0,89	100
				3	2,42	90	0,79	75
71	Элиста	А	3670	1	2,68	110	0,82	75
			3320	2	2,13	80	0,66	60
				3	1,66	50	0,58	50
72	Южно-Сахалинск	Б	5590	1	3,36	180	0,83	135
			5130	2	2,74	130	0,67	110
				3	2,03	90	0,59	85
73	Якутск	А	10400	1	5,04	240	1,42	160
			9900	2	4,17	180	1,17	120
				3	2,98	120	1,03	85
74	Ярославль	Б	5300	1	3,26	160	0,97	120
			4860	2	2,66	130	0,78	100
				3	1,97	80	0,69	75

Таблица 2а

№ п/п	Город РФ	Условия эксплуатации	Градусо-сутки	Тип помещения	СКАТНЫЕ КРОВЛИ			
					Новое строительство		Реконструкция	
					$R_o^{тр}$, м^2·°С/Вт	Толщина теплоизоляции, мм	$R_o^{сущ}$, м^2·°С/Вт	Толщина дополнительной теплоизоляции, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Архангельск	Б	6170	1	5,29	300	1,48	205
			5670	2	3,86	220	1,03	145
				3	2,91	160	0,78	110
2	Астрахань	А	3540	1	3,97	190	1,25	120
			3200	2	2,88	130	0,86	85
				3	2,30	100	0,66	75
3	Анадырь	Б	9500	1	6,95	400	1,74	275
			8900	2	5,16	290	1,22	205
				3	3,72	200	0,93	145
4	Барнаул	А	6120	1	5,26	250	1,71	145
			5680	2	3,87	180	1,20	110
				3	2,92	140	0,91	85
5	Белгород	А	4180	1	4,29	200	1,25	135
			3800	2	3,12	130	0,86	100
				3	2,45	110	0,66	75
6	Благовещенск	Б	6670	1	5,54	300	1,57	205
			6240	2	4,10	230	1,09	160
				3	3,06	170	0,83	120
7	Брянск	Б	4570	1	4,49	250	1,33	170
			4160	2	3,26	180	0,92	120
				3	2,54	130	0,70	100

Продолжение табл.2а

1	2	3	4	5	6	7	8	9
8	Волгоград	А	3950	1	4,17	200	1,31	120
			3600	2	3,04	140	0,90	85
				3	2,40	100	0,69	75
9	Вологда	Б	5570	1	4,98	280	1,48	180
			5100	2	3,64	200	1,03	135
				3	2,77	140	0,78	100
10	Воронеж	А	4530	1	4,47	210	1,33	135
			4140	2	3,26	150	0,92	100
				3	2,53	110	0,70	75
11	Владимир	Б	5000	1	4,70	260	1,39	170
			4580	2	3,43	190	0,97	135
				3	2,64	140	0,74	100
12	Владивосток	Б	4680	1	4,54	250	1,28	170
			4300	2	3,32	180	0,88	135
				3	2,57	130	0,67	100
13	Владикавказ	А	3410	1	3,91	190	1,10	120
			3060	2	2,82	130	0,76	85
				3	2,26	100	0,58	75
14	Грозный	А	3060	1	3,73	180	1,10	110
			2740	2	2,70	130	0,76	85
				3	2,18	100	0,58	75
15	Екатеринбург	А	5980	1	5,19	250	1,60	160
			5520	2	3,81	180	1,11	110
				3	2,88	130	0,85	85
16	Иваново	Б	5230	1	4,82	260	1,42	180
			4800	2	3,52	190	0,99	135
				3	2,70	140	0,75	100

Продолжение табл.2а

1	2	3	4	5	6	7	8	9
17	Игарка	Б	9660	1	7,03	380	1,97	265
			9090	2	5,24	290	1,39	205
				3	3,77	200	1,06	135
18	Иркутск	А	6480	1	5,62	280	1,62	170
			6360	2	4,16	200	1,13	135
				3	3,10	140	0,86	100
19	Ижевск	Б	5680	1	5,04	290	1,65	180
			5240	2	3,70	200	1,16	135
				3	2,81	140	0,88	100
20	Йошкар-Ола	Б	5520	1	4,96	280	1,57	180
			5080	2	3,63	190	1,09	135
				3	2,77	140	0,83	100
21	Казань	Б	5420	1	4,91	280	1,51	205
			4990	2	3,60	190	1,05	135
				3	2,75	140	0,80	100
22	Калининград	Б	3650	1	4,03	220	1,10	160
			3260	2	2,90	160	0,76	110
				3	2,31	120	0,58	100
23	Калуга	Б	4810	1	4,61	250	1,36	170
			4400	2	3,36	180	0,95	120
				3	2,60	130	0,72	100
24	Кемерово	А	6540	1	5,48	260	1,71	160
			6080	2	4,03	190	1,20	120
				3	3,02	140	0,91	85
25	Вятка	Б	5870	1	5,13	290	1,54	195
			5400	2	3,76	200	1,07	135
				3	2,85	160	0,82	110

Продолжение табл.2а

1	2	3	4	5	6	7	8	9
26	Кострома	Б	5300	1	4,85	270	1,42	180
			4860	2	3,53	190	1,03	135
				3	2,71	150	0,78	100
27	Краснодар	А	2680	1	3,54	170	1,13	100
			2380	2	2,56	120	0,78	75
				3	2,10	90	0,59	60
28	Красноярск	А	6340	1	5,37	260	1,74	160
			5870	2	3,95	190	1,22	110
				3	2,97	140	0,93	85
29	Курган	А	5980	1	5,20	250	1,65	145
			5550	2	3,82	180	1,16	110
				3	2,88	130	0,88	85
30	Курск	Б	4400	1	4,42	240	1,33	160
			4040	2	3,21	170	0,92	120
				3	2,51	140	0,70	100
31	Кызыл	А	7880	1	6,14	300	1,97	180
			7430	2	4,57	210	1,39	135
				3	3,35	150	1,06	100
32	Липецк	А	4730	1	4,57	210	1,36	135
			4320	2	3,33	150	0,95	100
				3	2,58	120	0,72	85
33	Магадан	Б	7800	1	6,10	340	1,71	250
			7230	2	4,49	250	1,20	190
				3	3,48	190	0,91	145
34	Махачкала	А	2560	1	3,33	150	0,99	100
			2260	2	2,50	120	0,67	75
				3	2,06	90	0,51	75

Продолжение табл.2а

1	2	3	4	5	6	7	8	9
35	Москва	Б	4940	1	4,67	260	1,33	170
			4520	2	3,41	180	0,92	120
				3	2,63	140	0,70	100
36	Мурманск	Б	6380	1	5,39	300	1,36	220
			5830	2	3,93	210	0,95	160
				3	2,96	160	0,72	120
37	Нальчик	А	3260	1	3,83	180	1,10	120
			2920	2	2,78	130	0,76	85
				3	2,24	110	0,58	75
38	Нижний Новгород	Б	5180	1	4,80	260	1,45	170
			4750	2	3,50	190	1,01	120
				3	2,69	150	0,77	100
39	Новгород	Б	4930	1	4,67	260	1,36	170
			4490	2	3,40	180	0,95	120
				3	2,63	140	0,72	100
40	Новосибирск	А	6600	1	5,50	260	1,71	160
			6140	2	4,06	190	1,20	120
				3	3,04	140	0,91	85
41	Омск	А	6280	1	5,39	260	1,65	160
			5840	2	3,94	190	1,16	120
				3	2,96	140	0,88	85
42	Оренбург	А	5310	1	4,85	220	1,48	145
			4900	2	3,56	160	1,03	110
				3	2,73	130	0,78	85

Продолжение табл.2а

1	2	3	4	5	6	7	8	9
43	Орел	Б	4650	1	4,53	250	1,33	170
			4250	2	3,30	180	0,92	120
				3	2,56	140	0,70	100
44	Пенза	А	5070	1	4,74	230	1,42	145
			4660	2	3,46	170	0,99	110
				3	2,66	120	0,75	85
45	Пермь	Б	5930	1	5,15	280	1,60	180
			5470	2	3,81	200	1,11	135
				3	2,88	160	0,85	110
46	Петрозаводск	Б	5540	1	4,97	270	1,42	180
			5060	2	3,62	190	0,99	135
				3	2,53	140	0,75	100
47	Петропавловск-Камчатский	Б	4760	1	4,58	250	1,16	180
			4250	2	3,30	180	0,80	135
				3	2,56	140	0,61	110
48	Псков	Б	4580	1	4,49	250	1,33	170
			4160	2	3,26	180	0,92	120
				3	2,54	130	0,70	100
49	Ростов-на-Дону	А	3520	1	3,96	190	1,22	120
			3180	2	2,87	130	0,84	85
				3	2,29	100	0,64	75
50	Рязань	Б	4890	1	4,65	260	1,36	170
			4470	2	3,39	180	0,95	135
				3	2,62	130	0,72	100

Продолжение табл.2а

1	2	3	4	5	6	7	8	9
51	Самара	Б	5110	1	4,76	260	1,45	170
			4710	2	3,78	190	1,01	145
				3	2,68	140	0,77	100
52	Санкт-Петербург	Б	4800	1	4,60	250	1,33	170
			4360	2	3,34	180	0,92	120
				3	2,59	130	0,70	100
53	Саранск	А	5120	1	4,76	230	1,45	145
			4700	2	3,48	160	1,01	110
				3	2,62	130	0,77	75
54	Саратов	А	4760	1	4,58	210	1,36	135
			4370	2	3,34	150	0,95	100
				3	2,59	110	0,72	100
55	Салехард	Б	9170	1	6,78	380	1,78	265
			8590	2	5,04	290	1,26	205
				3	3,65	200	0,96	145
56	Смоленск	Б	4820	1	4,61	250	1,33	170
			4400	2	3,36	180	0,92	135
				3	2,60	130	0,70	100
57	Ставрополь	А	3210	1	3,80	180	1,13	110
			2880	2	2,75	130	0,78	85
				3	2,22	100	0,59	75
58	Сыктывкар	Б	6320	1	5,37	300	1,62	195
			5830	2	3,95	220	1,13	145
				3	2,97	160	0,86	110
59	Тамбов	А	4760	1	4,58	210	1,39	135
			4360	2	3,35	150	0,97	100
				3	2,59	110	0,74	75

Продолжение табл.2а

1	2	3	4	5	6	7	8	9
60	Тверь	Б	5010	1	4,70	260	1,42	170
			4580	2	3,43	180	0,99	120
				3	2,64	140	0,75	100
61	Томск	Б	6700	1	5,55	350	1,74	195
			6230	2	4,09	230	1,22	145
				3	3,09	170	0,93	110
62	Тула	Б	4760	1	4,58	250	1,36	170
			4350	2	3,33	190	0,95	120
				3	2,58	130	0,72	100
63	Тюмень	А	6120	1	5,26	250	1,65	145
			5670	2	3,87	180	1,16	110
				3	2,92	140	0,88	85
64	Ульяновск	А	5380	1	4,90	240	1,48	145
			4960	2	3,58	160	1,03	110
				3	2,69	130	0,78	85
65	Улан-Удэ	А	7200	1	5,80	280	1,65	180
			6730	2	4,29	200	1,16	135
				3	3,18	150	0,88	100
66	Уфа	А	5520	1	4,96	240	1,60	145
			5090	2	3,64	160	1,11	110
				3	2,78	130	0,95	85
67	Хабаровск	Б	6180	1	5,30	300	1,48	205
			5760	2	3,90	220	1,03	145
				3	2,94	160	0,78	110
68	Чебоксары	Б	5400	1	4,90	280	1,51	180
			4970	2	3,60	190	1,05	135
				3	2,75	140	0,80	100

Продолжение табл.2а

1	2	3	4	5	6	7	8	9
69	Челябинск	А	5780	1	5,10	240	1,57	145
			5340	2	3,74	180	1,09	110
				3	2,84	130	0,83	85
70	Чита	А	7600	1	6,0	290	1,68	180
			7120	2	4,45	210	1,18	145
				3	3,28	150	0,90	100
71	Элиста	А	3670	1	4,04	190	1,25	120
			3320	2	2,93	140	0,86	85
				3	2,33	100	0,66	75
72	Южно-Сахалинск	Б	5590	1	4,99	280	1,28	205
			5130	2	3,65	200	0,88	145
				3	2,78	140	0,67	110
73	Якутск	А	10400	1	7,40	370	2,18	230
			9900	2	5,56	260	1,53	170
				3	3,98	190	1,17	120
74	Ярославль	Б	5300	1	4,85	280	1,48	180
			4860	2	3,54	190	1,03	110
				3	2,72	140	0,76	100

4. СТЕНЫ С ЭКРАНОМ ИЗ ПЛИТОК

4.1. Решения стен с вентилируемой воздушной прослойкой разработаны на примере одной из систем по техническим свидетельствам: ТС-07-0754-03/2; ТС-07-1013-04.

4.2. Стены с вентилируемой воздушной прослойкой включают несущую часть, выполненную из полнотелого керамического кирпича, бетонных блоков или из монолитного железобетона, пароизоляционный слой, металлический каркас, теплоизоляционный слой из минерало- или стекловолокнистых плит, ветрозащитную пленку и облицовочные плитки.

4.3. Каркас состоит из кронштейнов, Т-образного и L-образного вертикального профиля и кляммеров для закрепления облицовки.

4.4. Кронштейны и профили, а также кляммеры для крепления плит облицовки должны изготавливаться из нержавеющей или оцинкованной стали. Толщина прижимов кляммеров должна составлять не менее 1 мм, ширина прижима - не менее 10 мм.

4.5. Кронштейн вилочного типа с максимальным вылетом от 40 до 300 мм с шагом 20 мм.

4.6. Шаг кронштейнов по горизонтали рекомендуется принимать равным 600 мм, а по вертикали не менее 1400 мм.

4.7. Кронштейны крепят к несущей части стены анкерными дюбелями, число которых определяется расчетом, исходя из величины ветровой нагрузки и веса облицовки с каркасом.

4.8. Стандартная длина Т-образного профиля составляет 3000мм. Направляющие закрепляют к кронштейнам самонарезающими винтами. При этом свободный конец направляющей от места закрепления к кронштейну не должен превышать 300 мм.

4.9. Стык направляющих по вертикали осуществляется с помощью вставок. При этом между направляющими предусматривается зазор в 8÷10 мм.

4.10 При скрытом креплении материалов облицовочного слоя после установки в проектное положение вертикальных направляющих к ним крепят на заклепках горизонтальные направляющие.

4.11. Теплоизоляионные плиты теплоизоляции крепят к несущей части стены тарельчатыми дюбелями. Схема установки плит теплоизоляции и тарельчатых дюбелей представлена на чертеже М24.09/06 – 1.2.

4.12. При открытом креплении облицовочных плит кляммеры располагаемые с шагом, соответствующим размеру облицовочных плит, крепят к направляющему профилю на заклепках. При этом конструкция кляммера определяет величину горизонтального зазора между плитами облицовки равную 4 мм. Вертикальный зазор между плитами также принимается равным 4 мм.

4.13. При скрытом креплении на плитах облицовки для их навески на горизонтальные направляющие устанавливают опорные элементы. Опорный элемент крепится посредством самозапирающейся втулки, которая вставляется в предварительно рассверленное в плите отверстие

4.14. Фиксация плит в проектном положении обеспечивается по вертикали регулировочным винтом опорного элемента, а по горизонтали – посредством свободного перемещения опорного элемента вдоль горизонтальной направляющей.

4.15. При облицовочном слое из металлических кассет перед их установкой внутрь Т-образного профиля вставляют салазки имеющие поперечный штифт. Салазки крепят к направляющим двумя заклепками.

4.16. После навески на штифты кассету выравнивают согласно проектному положению и крепят заклепками через верхний отгиб кассеты к направляющим.

4.17. Для ветро- и гидрозащиты минерало- и стекловолокнистого утеплителя в системах с вентилируемым фасадом рекомендуется применять пленки «ИЗОСПАН» следующих марок: «ИЗОСПАН А», «ИЗОСПАН AS» и «ИЗОСПАН АМ».

4.18. Материал «ИЗОСПАН АМ» и «ИЗОСПАН AS» размещается поверх утеплителя, белой стороной наружу, с внутренней стороны вентилируемого зазора, материал «ИЗОСПАН А» размещается поверх утеплителя гладкой стороной наружу с внутренней стороны вентилируемого зазора.

Монтаж ведется в соответствии с используемой монтажной системой и типом наружной облицовки. Во всех случаях важно, чтобы материал хорошо прилегал к утеплителю, был прочно закреплен к элементам монтажной системы и не имел провисов и незакрепленных участков, что позволит избежать акустических «хлопков» под воздействием резких ветровых нагрузок внутри вентиляционного зазора.

4.19. В местах нахлестки полотен, а также в местах расположения крепежных элементов с целью увеличения эффективности системы производится проклейка клеящими лентами – герметиком «ИЗОСПАН FL». В случае разрыва полотна возможна проклейка аналогичными лентами.

4.20. В оконных и дверных проемах полотна «ИЗОСПАН» приклеивают клеящими лентами – герметиками «ИЗОСПАН» и прижимают их планками.

4.21. Материал «ИЗОСПАН D» можно использовать для временной защиты строительных конструкций.

5. СТЕНЫ С ОБЛИЦОВКОЙ ИЗ ОЦИНКОВАННЫХ СТАЛЬНЫХ ПРОФЛИСТОВ

5.1. В работе приведены стены из стального профнастила послойной сборки или из предварительно собираемых трехслойных металлических панелей.

5.2. Узлы примыкания листа наружной обшивки к цоколю и карнизу (парапету) обеспечивают вентиляцию гофров и, таким образом, предохранение теплоизоляции от возможного увлажнения. Ветрозащитный диффузионно-гидроизоляционный слой из мембраны «ИЗОСПАН» выполняют в соответствии с п. 4.18.

5.3. Толщину теплоизоляции из минерало- или стекловатных плит принимают по табл. 2.

5.4. Сортамент листа приведен в ГОСТе 24045-94 «Профили стальные листовые гнутые с трапециевидными гофрами для строительства. Технические условия».

6. ПОКРЫТИЯ С КРОВЛЕЙ ИЗ ОЦИНКОВАННЫХ СТАЛЬНЫХ ПРОФЛИСТОВ

6.1. В качестве кровельных листов рекомендуется применять в "перевернутом положении" профили стальные гнутые с высотой гофра не менее 44 мм с цинковым, алюмоцинковым или алюминиевым покрытием и защитно-декоративным лакокрасочным покрытием.

6.2. Наиболее целесообразно кровлю из металлических профлистов применять в зданиях с длиной ската до 12 м.

При большей длине ската и уклоне кровли более 10 % профлист должен устанавливаться с величиной нахлестки вдоль ската не менее 200 мм и с обязательной герметизацией продольной нахлестки, а при уклонах менее 10 % – с величиной нахлестки не менее 300 мм и герметизацией мест продольной и поперечной нахлесток.

6.3. В утепленных покрытиях для разрыва "мостиков холода" между верхней полкой дистанционного прогона и профлистом должны быть установлены прокладки из бакелизированной фанеры толщиной 10 мм, окрашенные пентафталевыми, или хлорвиниловыми эмалями за 2 раза, или для дистанционного прогона использован термопрофиль. В качестве противоветрового барьера рекомендуется использовать рулонный ветрозащитный диффузионно-гидроизоляционный материал «ИЗОСПАН AS» и «ИЗОСПАН AM».

6.4. Примыкание кровли из металлического профлиста к стенам следует осуществлять с устройством фартуков из оцинкованной стали толщиной 0,8 мм, окрашенной с обеих сторон. Крепление их выполняется на заклепках, а между собой одинарным лежачим фальцем. Коньковый и карнизный фасонные элементы, а также фартуки для отделки пропусков через кровлю должны иметь "гребенку" по форме поперечного сечения металлического профлиста.

6.5. При кровлях из стальных профилированных листов работы ведут в следующей последовательности:

- к прогонам покрытия несущий профилированный настил закрепляют самонарезающими винтами В6х25 (ТУ 36-2042-78), устанавливаемыми в каждый гофр (впадину) профиля к крайним и коньковым прогонам; на промежуточных опорах закрепление производят с шагом через гофр. Шаг прогонов 1,5 – 3,0 м.

- в продольном направлении соединение профнастилов между собой выполняют на заклепках ЗК – 12 (ГУ 36-2088-78) с шагом 250 мм;

- перпендикулярно гофрам с нахлесткой полотнищ на 150 мм раскатывают гидро-пароизоляционный материал «ИЗОСПАН» марок «ИЗОСПАН С», «ИЗОСПАН D», «ИЗОСПАН FS», «ИЗОСПАН FD» и «ИЗОСПАН FX», заводя его во второй и третий гофр каждого профлиста для установки опорных элементов с шагом 750 мм;

- опорные элементы закрепляют к прогонам двумя самонарезающими винтами в каждую “лапку”;

- дистанционные прогоны закрепляют к опорным элементам через термовкладыш из бакелизированной фанеры двумя самонарезающими винтами;

- теплоизоляцию из плит или матов выполняют заподлицо с дистанционными прогонами с перевязкой стыков нижнего слоя верхними плитами;

- под опорные элементы и дистанционные прогоны укладывают доборные вкладыши из этих же плит;

- по плитам расстилают мембрану «ИЗОСПАН АМ» и «ИЗОСПАН AS» начиная от пониженных участков покрытия, с нахлесткой полотнищ равной 150 мм. Места нахлесток герметизируются лентой - герметиком «ИЗОСПАН»;

- профилированные листы кровли закрепляют к дистанционным прогонам самонарезающими винтами В6х80 с шайбой и уплотнителем из герметизирующей ленты в каждый гофр (гребень) на карнизных и коньковых прогонах; с шагом через гофр – на промежуточных прогонах;

- для увеличения жесткости продольных кромок кровельных профлистов на дистанционный прогон под накрываемый гофр листа устанавливается элемент жесткости;

- между собой в продольном направлении кровельные профлисты соединяют на заклепках после нанесения на накрываемую кромку герметика. Отверстия в заклепках также промазывают герметиком. Перед нанесением герметизирующих мастик поверхности должны быть обеспылены и обезжирены бензином (ГОСТ 443-76* или ГОСТ 3134-78*).

7. ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ МАНСАРД

7.1. Несущие конструкции мансард могут быть выполнены из дерева или стали марок С235, С245, С255, С345 по ГОСТ 27772-88*.

7.2. В поперечнике несущие конструкции мансард представляют собой раму. Шаг рам и сечения элементов определяются статическим расчетом.

7.3. Соединения металлоконструкций предусматривается на сварке и монтажных болтах или на постоянных болтах.

7.4. Сечения узловых элементов и величина сварных швов определяются расчетом.

7.5. Деревянные несущие конструкции следует выполнять из пиломатериалов хвойных пород по ГОСТ 8486-86*.

7.6. Для изготовления настилов и обрешетки применяется древесина 3 сорта, а для несущих элементов стропильной системы (стропил, мауэрлатов, прогонов, стоек, подкосов, связей) – древесина 2 сорта.

7.7. Соединения деревянных элементов несущих конструкций предусмотрены гвоздевыми с прямой расстановкой гвоздей или расположением их в шахматном порядке.

7.8. Для устройства деревянных несущих конструкций должны применяться элементы с глубокой антипиреновой пропиткой.

7.9. Огнезащитная облицовка стальных и деревянных несущих конструкций предусмотрена гипсокартонными листами марок ГКЛО или ГКЛВО (ГОСТ 6266-97), а также гипсоволокнистыми листами марок ГВЛ и ГВЛВ (ГОСТ Р 51829).

7.10. Устройство огнезащитной облицовки несущих стальных и деревянных конструкций следует выполнять в соответствии с указаниями СП 55-101-2000 и СП 55-102-2001.

7.11. Кровлю мансард рекомендуется выполнять из кровельной стали, мягкой черепицы, керамической или цементно-песчаной черепицы и других материалов. При этом во избежание образования конденсата в конструкции покрытия должен быть предусмотрен вентиляционный канал (табл. 3).

7.12. Для естественного освещения мансардных помещений в ограждающие конструкции встраивают мансардные окна.

7.13. В зависимости от расположения теплоизоляции и ветро- гидроизоляционной мембраны «ИЗОСПАН» различают следующие конструктивные решения (см. табл. 3):

- толщина теплоизоляции меньше высоты стропила, диффузионно-гидроизоляционная мембрана «ИЗОСПАН А» располагается с провисом и образованием двух каналов вентиляционного зазора, в этом случае для утеплителя крыш мансарды необходимо применять маты с плотностью 15 … 25 кг/м^3 или плиты с плотностью 15 … 30 кг/м^3, имеющие покровные слои, например из стеклохолста;

- толщина теплоизоляции равна высоте стропила, ветрозащитная диффузионно-гидроизоляционная мембрана «ИЗОСПАН АМ», «ИЗОСПАН AS» располагается на поверхности теплоизоляции с образованием над нею одноканального вентиляционного зазора; в этом случае для утепления кровли мансарды применяют теплоизоляционные изделия без покровного (ветрозащитного) слоя;

- толщина теплоизоляции больше высоты стропила; в этом случае дополнительный слой теплоизоляции может быть расположен снизу между поперечными потолочными брусками либо между брусками контробрешетки, высота которых равна толщине дополнительной теплоизоляции (при реконструкции крыши).

7.14. Для создания дополнительного барьера от проникновения влаги в помещение через кровлю, а также для ветро- и гидрозащиты теплоизоляции в мансардах рекомендуется применять «ИЗОСПАН А», «ИЗОСПАН АМ» или «ИЗОСПАН AS». Данные материалы рекомендуются к применению со всеми видами кровельных материалов перечисленных в табл. 3.

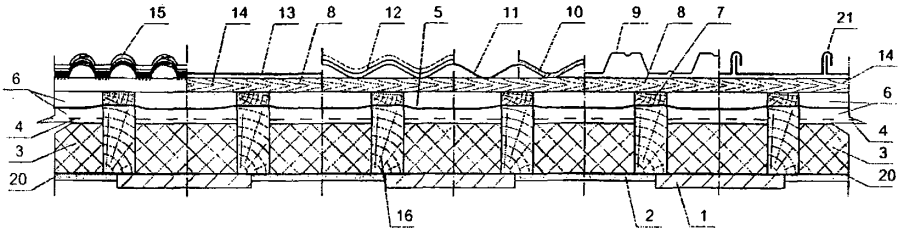
7.15. Материал «ИЗОСПАН АМ» или «ИЗОСПАН AS» нарезают и раскатывают прямо поверх утеплителя белой стороной материала к кровельному покрытию. Монтаж ведется горизонтальными полотнищами внахлест, начиная с нижней части крыши. Перекрытие полотнищ по горизонтальным и вертикальным стыкам – не менее 150 мм. Растянутый материал укрепляется на стропилах строительным степлером или оцинкованными гвоздями.

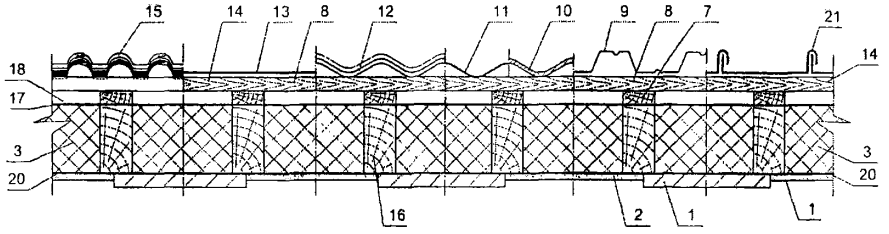
Материал «ИЗОСПАН А» раскатывается и нарезается прямо на кровельных стропилах поверх утеплителя. Монтаж ведется горизонтальными полотнищами внахлест, гладкой стороной наружу, начиная с нижней части крыши. Перекрытие полотнищ по горизонтальным и вертикальным стыкам – не менее 150 мм. Растянутый материал укрепляется на стропилах деревянными антисептированными контррейками 30х50 мм на гвоздях или саморезах. Между влагозащитной мембраной и утеплителем предусмартивается вентиляционный зазор 30 – 50 мм.

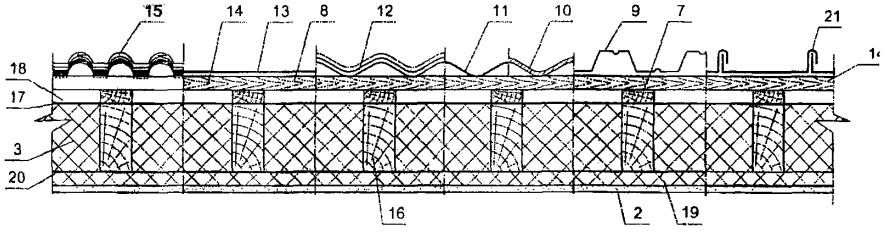
В местах нахлесток полотен, а также местах креплений с целью увеличения эффективности системы необходима проклейка лентой – герметиком «ИЗОСПАН». В случае разрыва полотен возможна проклейка аналогичными материалами. В оконных проемах «ИЗОСПАН» проклеивается аналогичными материалами.

Таблица 3

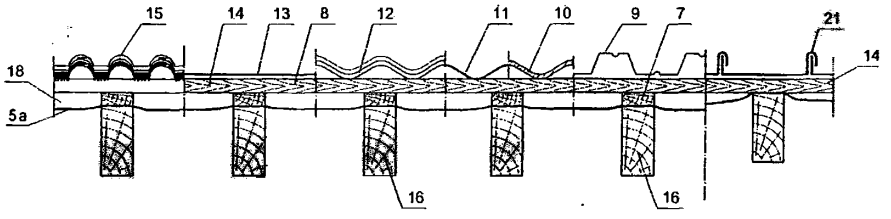
Кровля мансард







Кровля «холодного» чердака



Условные обозначения: 1 – железобетонная плита, в т.ч. монолитная; 2 – гипсокартон; 3 – теплоизоляция; 4 – ветрозащитный слой (стеклохолст по утеплителю); 5 – гидроизоляционная пленка «ИЗОСПАН А», «ИЗОСПАН СМ», «ИЗОСПАН DM» и металлизированная «ИЗОСПАН FS», «ИЗОСПАН FD» и «ИЗОСПАН FX»; 5а – диффузионно – гидроизоляционная пленка «ИЗОСПАН С» и «ИЗОСПАН D»; 6 – двухканальный вентиляционный зазор; 7 – контробрешетка; 8 – обрешетка; 9 – профнастил; 10 – волнистый асбестоцементный лист; 11 – битумный волнистый лист; 12 – металлочерепица; 13 – гибкая (битумная) черепица; 14 – сплошной деревянный настил; 15 – цементно-песчаная черепица; 16 – стропило; 17 – ветрозащитная диффузионно-гидроизоляционная мембрана «ИЗОСПАН АМ», «ИЗОСПАН AS»; 18 – одноканальный вентиляционный зазор; 19 – теплоизоляция; 20 – гидро – пароизоляционный материал «ИЗОСПАН» марок «ИЗОСПАН В», «ИЗОСПАН С», «ИЗОСПАН D», «ИЗОСПАН FS», «ИЗОСПАН FD» и «ИЗОСПАН FX»; 21 – листовая кровля (оцинкованная кровельная сталь, медь, цинк-титан).

Примечание: по деревянному настилу (14) под медную кровлю предусматривают подкладочный слой.

8. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ЧЕРДАЧНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ

8.1. Чердачные перекрытия разработаны железобетонными (из сборных плит или монолитного железобетона) и деревянными.

8.2. На перекрытии из железобетона в качестве пароизоляционного слоя применяют материалы «ИЗОСПАН» следующих марок: «ИЗОСПАН B», «ИЗОСПАН C», «ИЗОСПАН FS», «ИЗОСПАН FD», «ИЗОСПАН FX» и «ИЗОСПАН D».

8.3. По поверхности теплоизоляционных плит укладывают «ИЗОСПАН D».

8.4. По слою рулонного материала выполняют армированную цементно-песчаную стяжку из раствора марки 100 толщиной 40 мм.

8.5. В деревянном чердачном перекрытии теплоизоляционные плиты укладываются на слой пароизоляции из «ИЗОСПАН C», «ИЗОСПАН B», «ИЗОСПАН FS», «ИЗОСПАН FD», «ИЗОСПАН FX» и «ИЗОСПАН D».

8.6. По верху деревянных балок перекрытия раскладывают цементно-стружечные плиты толщиной 20 мм, которые закрепляют к балкам шурупами с шагом 300 мм.

9. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПОЛОВ

9.1. Полы на лагах с тепло- звукоизоляционным слоем из теплоизоляционных плит могут выполняться по подстилающему бетонному слою (в полах по грунту) или по железобетонному перекрытию.

9.2. В качестве звукоизоляции должны использоваться теплоизоляционные плиты.

9.3. В полах по грунту лаги опираются на кирпичные или бетонные столбики, установленные на бетонный подстилающий слой.

9.4. Теплоизоляционные плиты, как правило, укладываются на слой гидроизоляции, выполненный из материалов «ИЗОСПАН» следующих марок: «ИЗОСПАН B», «ИЗОСПАН C», «ИЗОСПАН FS», «ИЗОСПАН FD», «ИЗОСПАН FX» и «ИЗОСПАН D».

9.5. По теплоизоляционным плитам рекомендуется предусматривать сборную стяжку из спаренных гипсоволокнистых листов, по которой выполняется покрытие пола.

9.6. Необходимость устройства пароизоляции в каждом конкретном случае должна определяться расчетом сопротивления паропроницанию в соответствии с указаниями СНиП 23-02-2003.

РАЗДЕЛ 1

СТЕНЫ С ЭКРАНАМИ ИЗ ПЛИТОК

№ поз.	Наименование	№ поз.	Наименование
1	Существующая стена	19	Слив
2	Кронштейн	20	Облицовка цоколя
3	Шайба	21	L-образный вертикальный профиль
4	Анкерный дюбель	22	Нащельник угловой
5	Т-образный вертикальный профиль	23	Угловая пластина
6	Тарельчатый дюбель для крепления утеплителя	24	Кассета угловая
7	Паронитовая прокладка	25	Элемент обрамления
8	Утеплитель	26	Пенный утеплитель
9	Плиты облицовочные	27	Пароизоляционная лента «ИЗОСПАН FL»
10	Кляммер	28	Полоса стальная оцинкованная $\delta = 0{,}55$ мм
11	Воздушная прослойка	29	Оконный слив
12	Заклепка	30	Отверстие d = 10 мм
13	Гидро- ветрозащитная пленка «ИЗОСПАН» марок «ИЗОСПАН А», «ИЗОСПАН АМ» или «ИЗОСПАН AS»	31	Компенсирующий зазор
14	Кассета типовая	32	Карниз здания
15	Самонарезающий винт	33	Элемент парапета
16	Водоизоляционная паропроницаемая лента «ИЗОСПАН» марок «ИЗОСПАН SL» или «ИЗОСПАН FL»	34	Элемент крепления парапета
17	Элемент крепления слива	35	Пароизоляция «ИЗОСПАН» марок «ИЗОСПАН В», «ИЗОСПАН FS», «ИЗОСПАН С», «ИЗОСПАН D», «ИЗОСПАН FD» или «ИЗОСПАН FX» (для зданий с влажным и мокрым режимом)
18	Перфорированный нащельник		

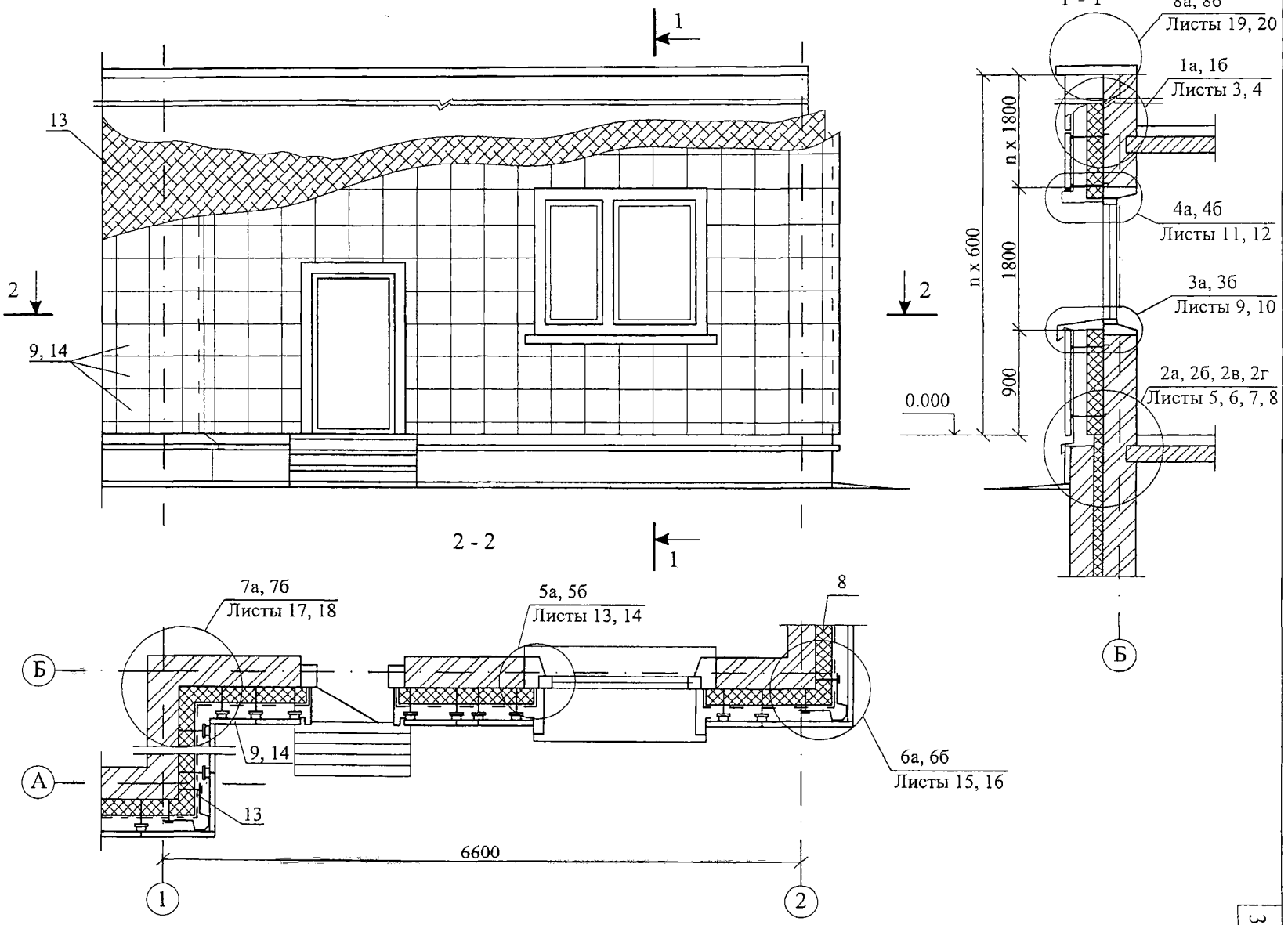
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Зам. ген. дир.		Гликин			
Рук. отд.		Воронин			
С.н.с.		Пешкова			

ООО «Гекса – нетканые материалы»
М24.09/06-1.0

Экспликация материалов и деталей к узлам стен с экранами из плиток

Стадия	Лист	Листов
МП	1	1

ОАО ЦНИИПРОМЗДАНИЙ
г. Москва. 2006 г.



Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Зам. ген. дир.	Гликин				
Рук. отд.	Воронин				
С.н.с.	Пешкова				

ООО "Гекса - нетканые материалы"

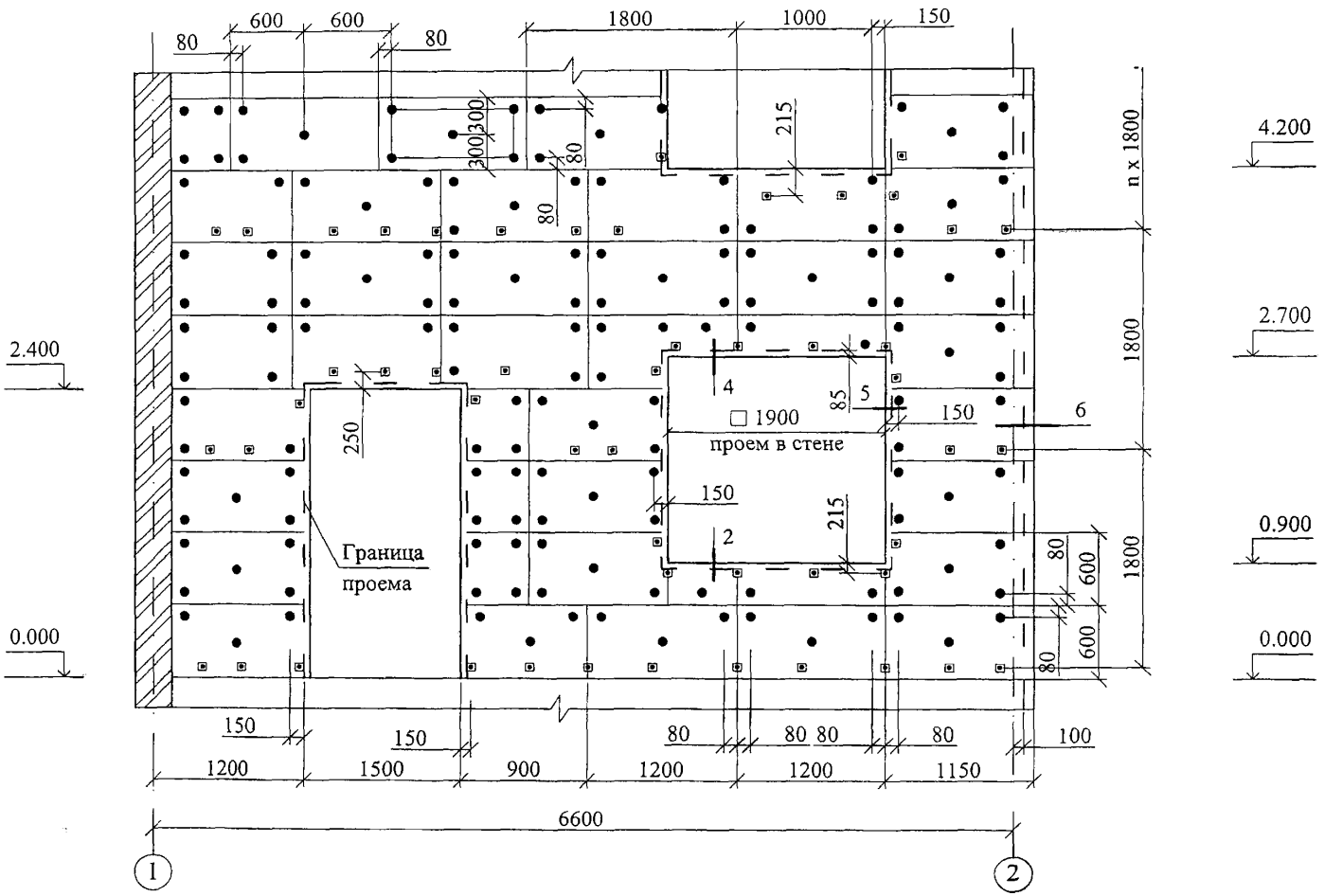
М24.09/06 — 1.1

Стены с экранами из плиток

Стадия	Лист	Листов
МП	1	20

ОАО ЦНИИПРОМЗДАНИЙ
г. Москва 2006 г.

СХЕМА раскладки плит теплоизоляции

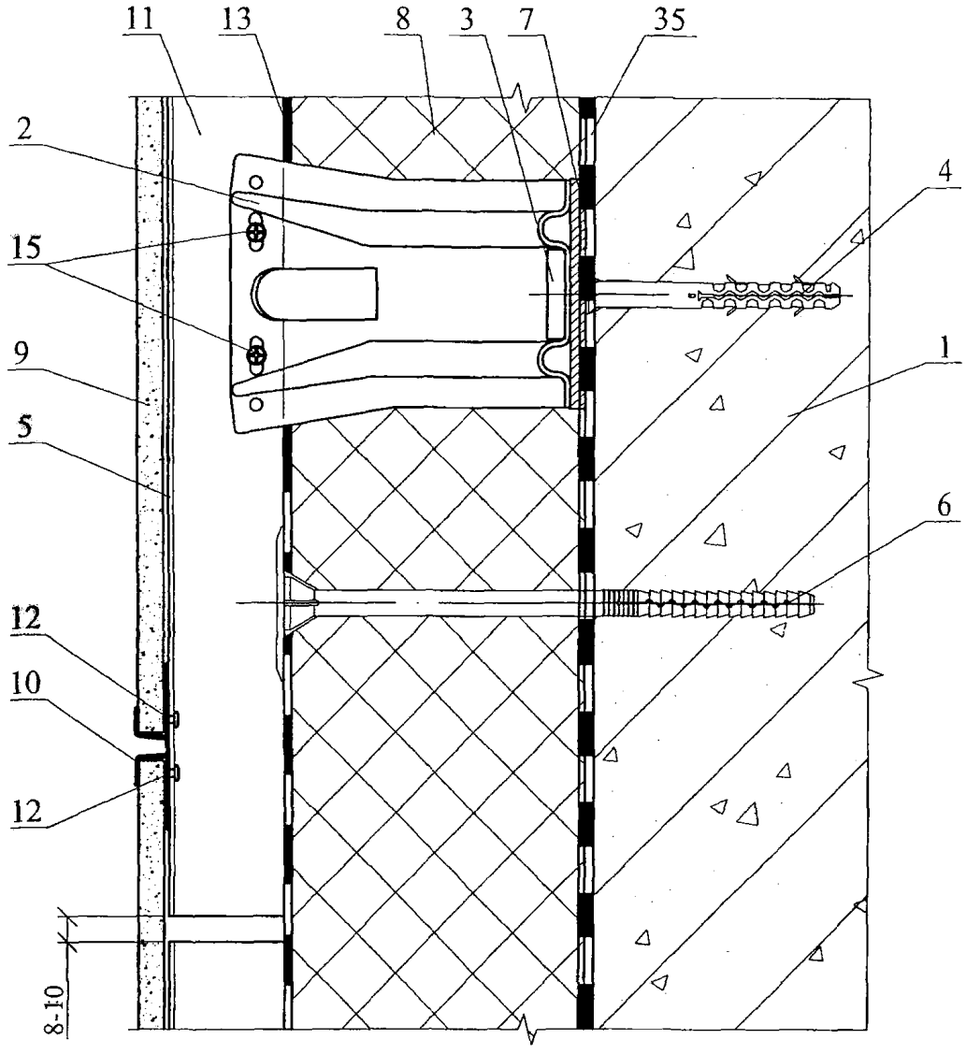


Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата

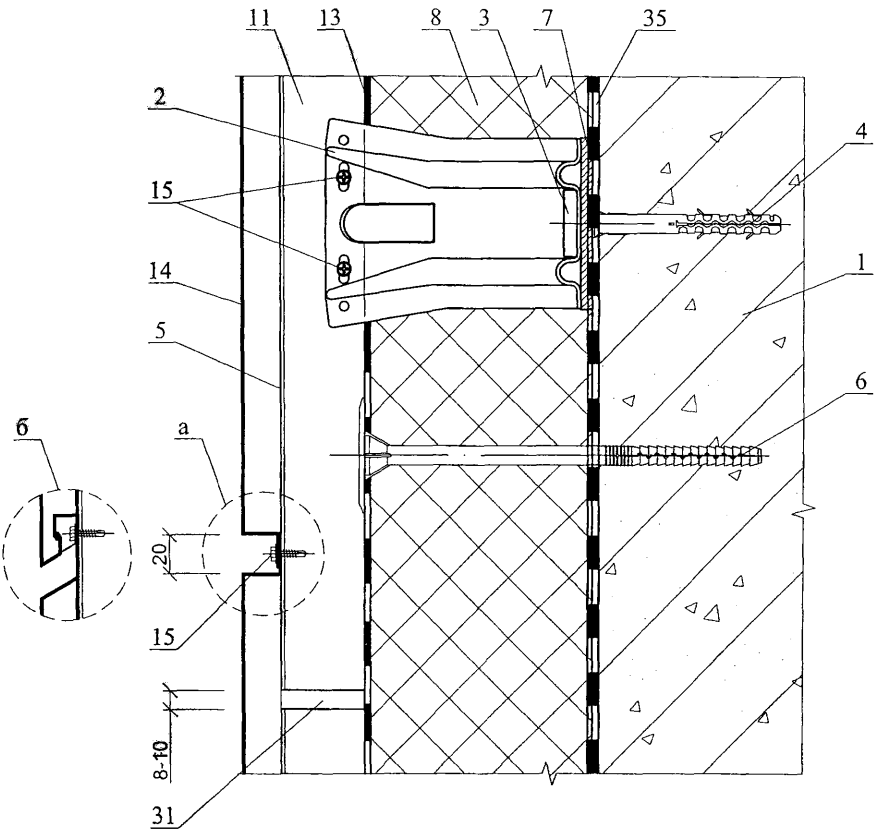
ООО "Гекса - нетканые материалы"
М24.09/06 — 1.2

Лист 2

1а

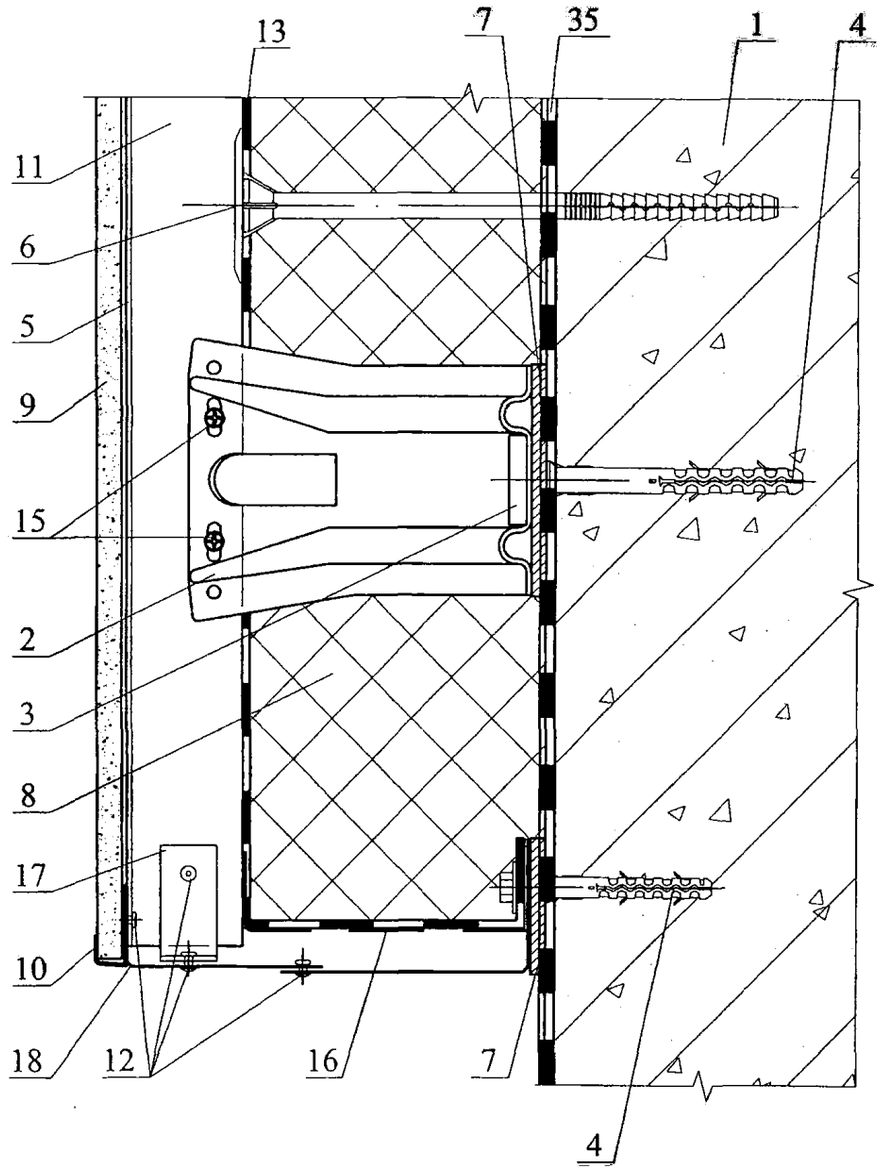


1б

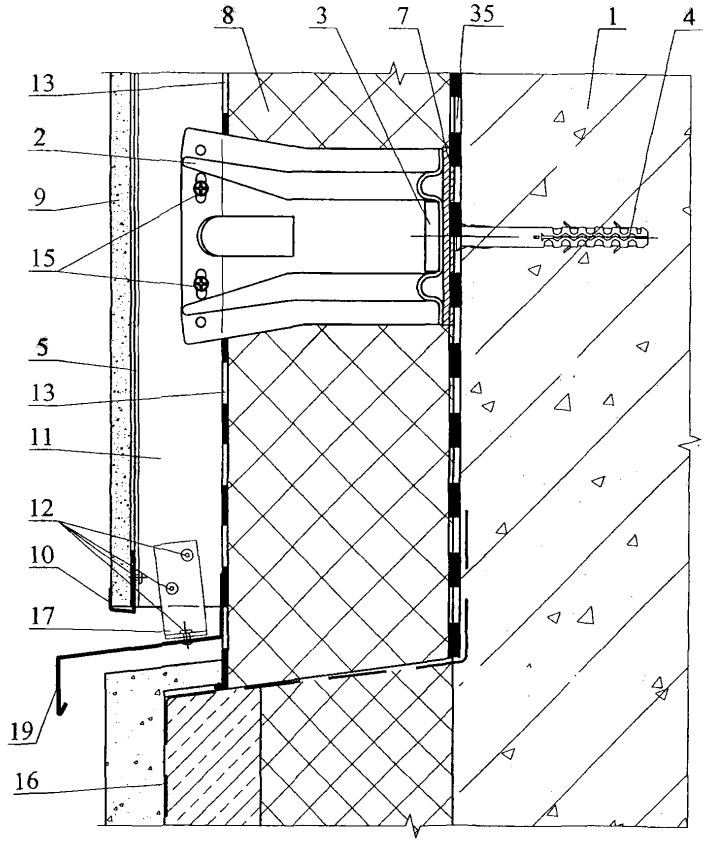


Вертикальный разрез стены системы
вентилируемого фасада с облицовкой кассетами
а - "открытый" стык;
б - "закрытый" стык.

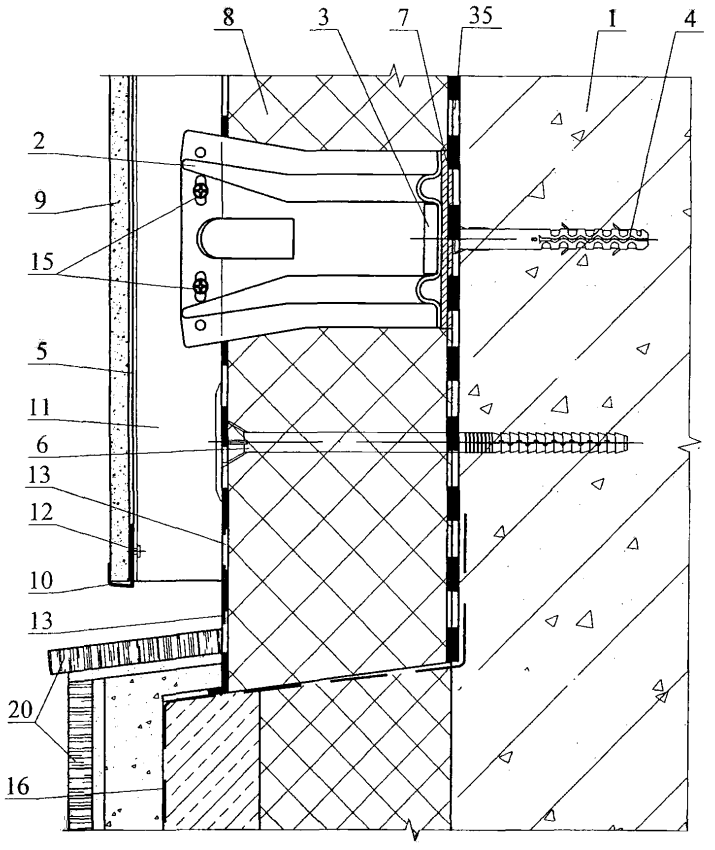
2а



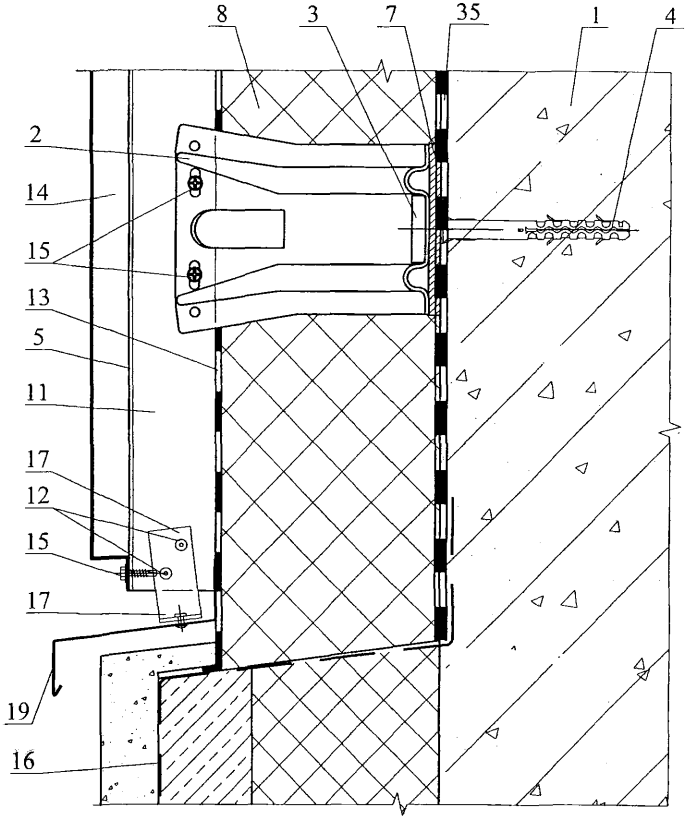
2б



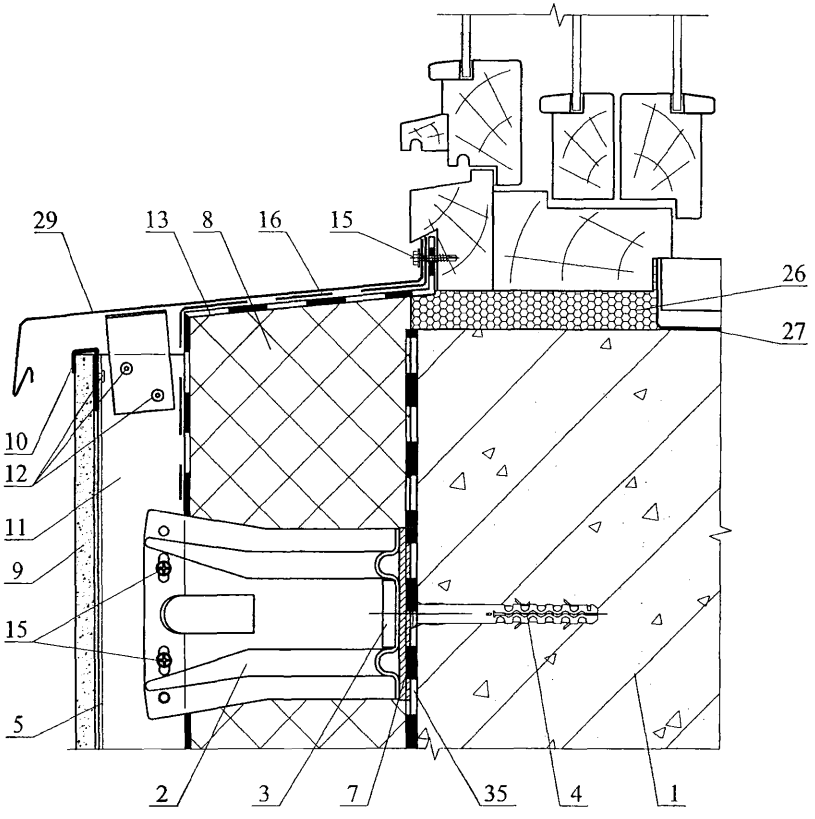
2в



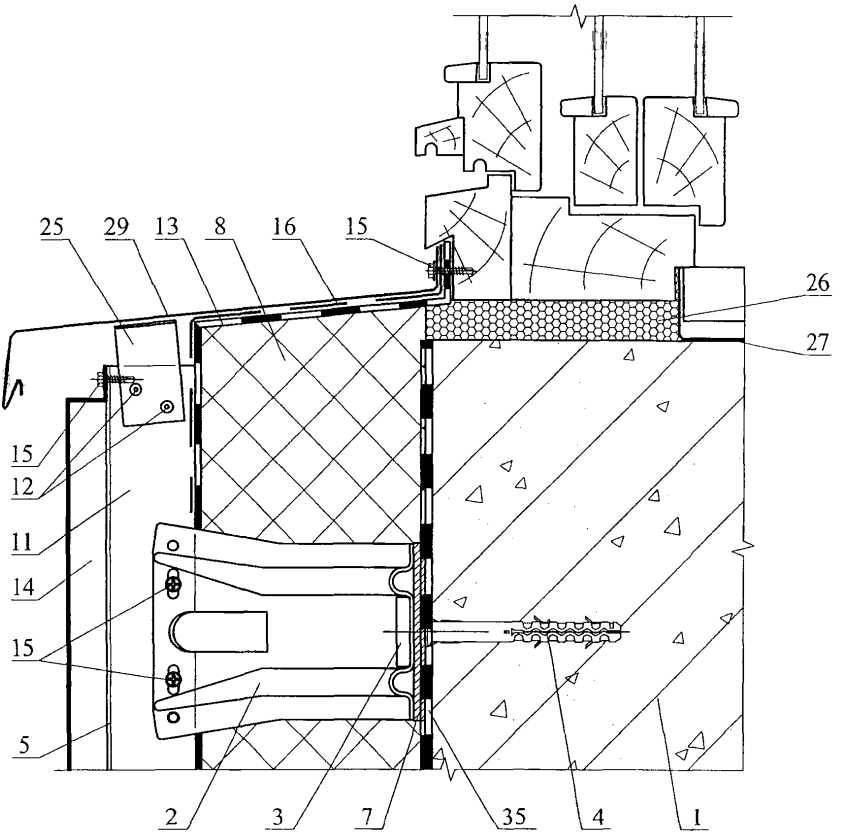
2г



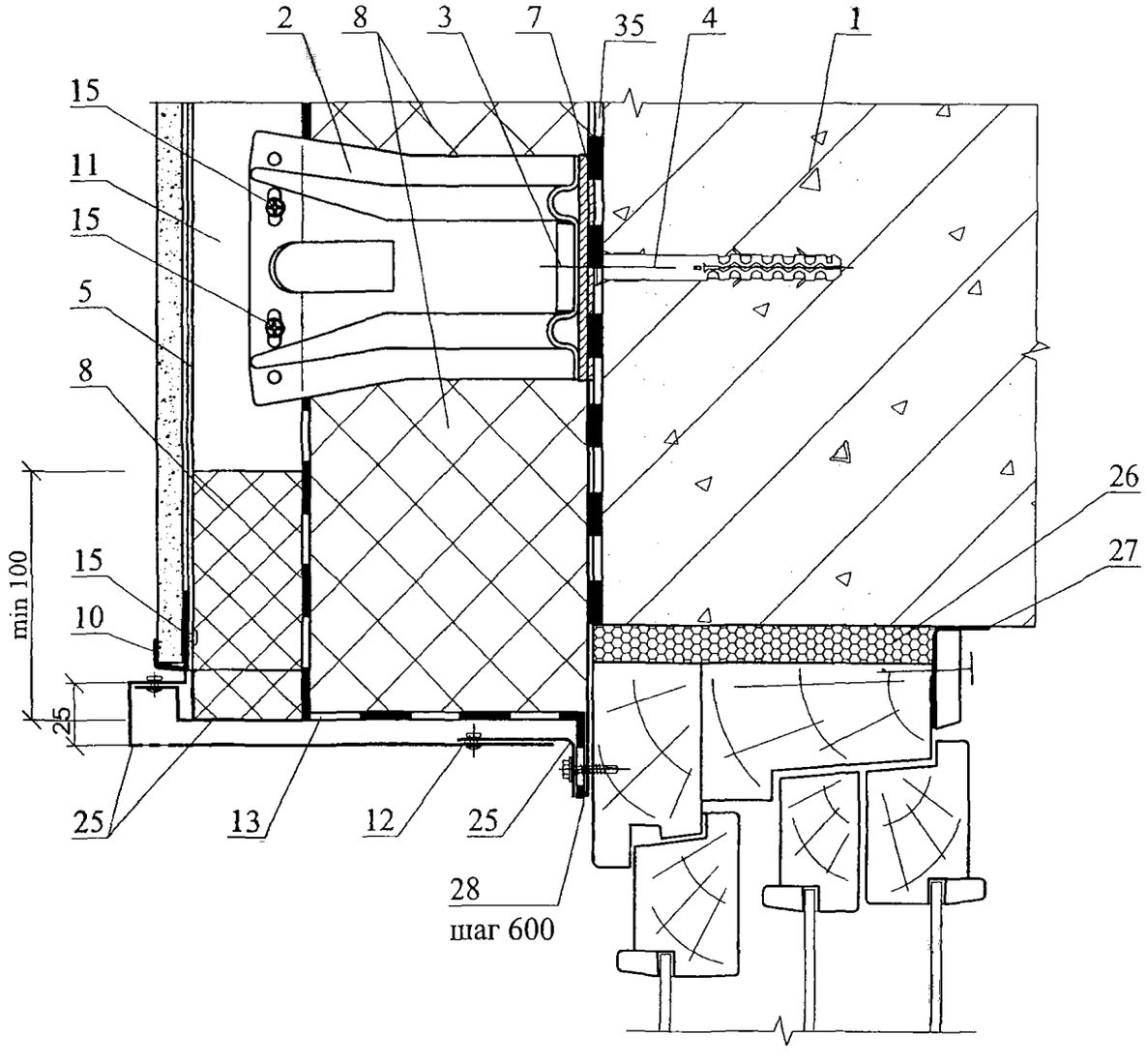
3а



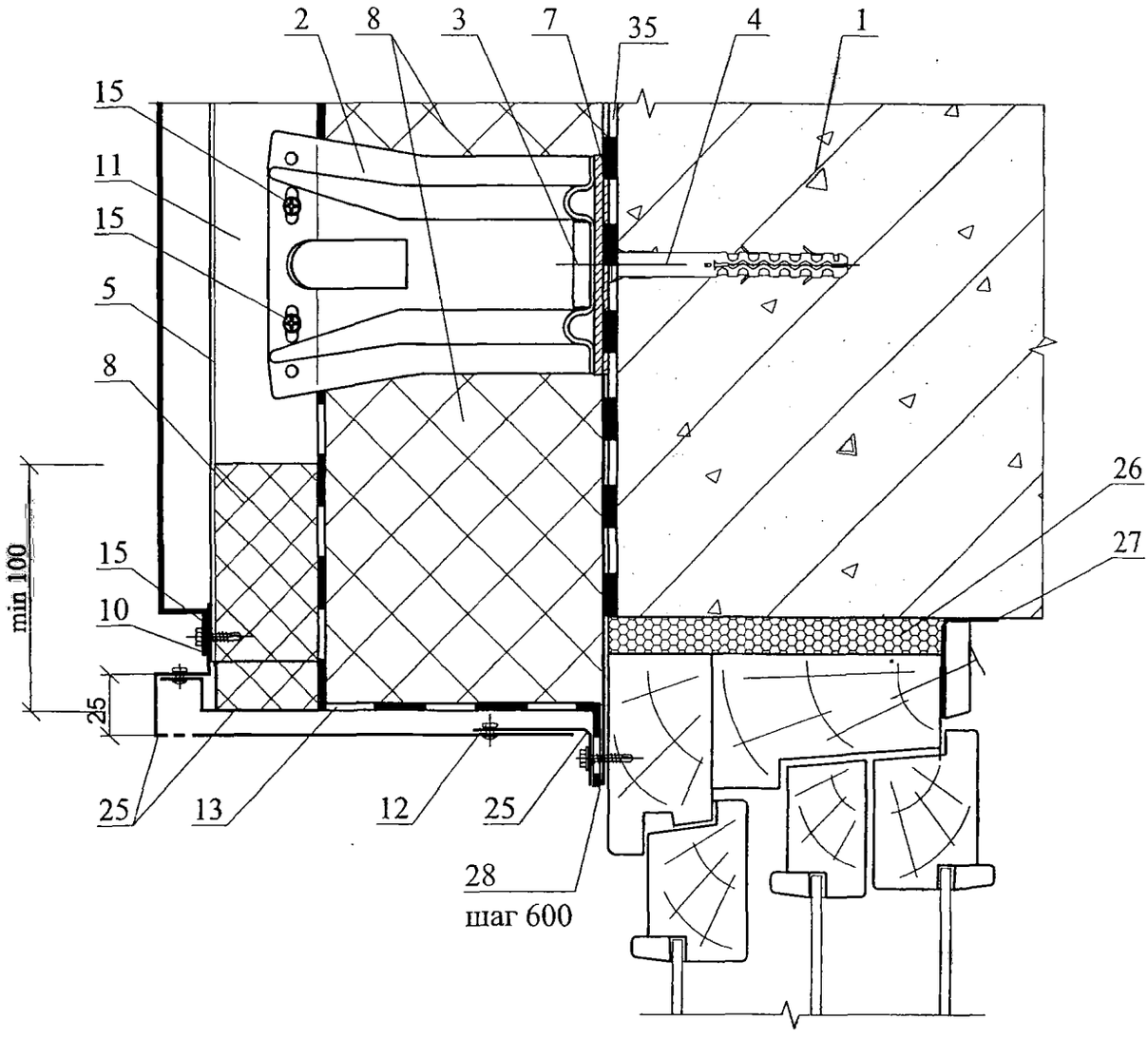
(3б)



4а

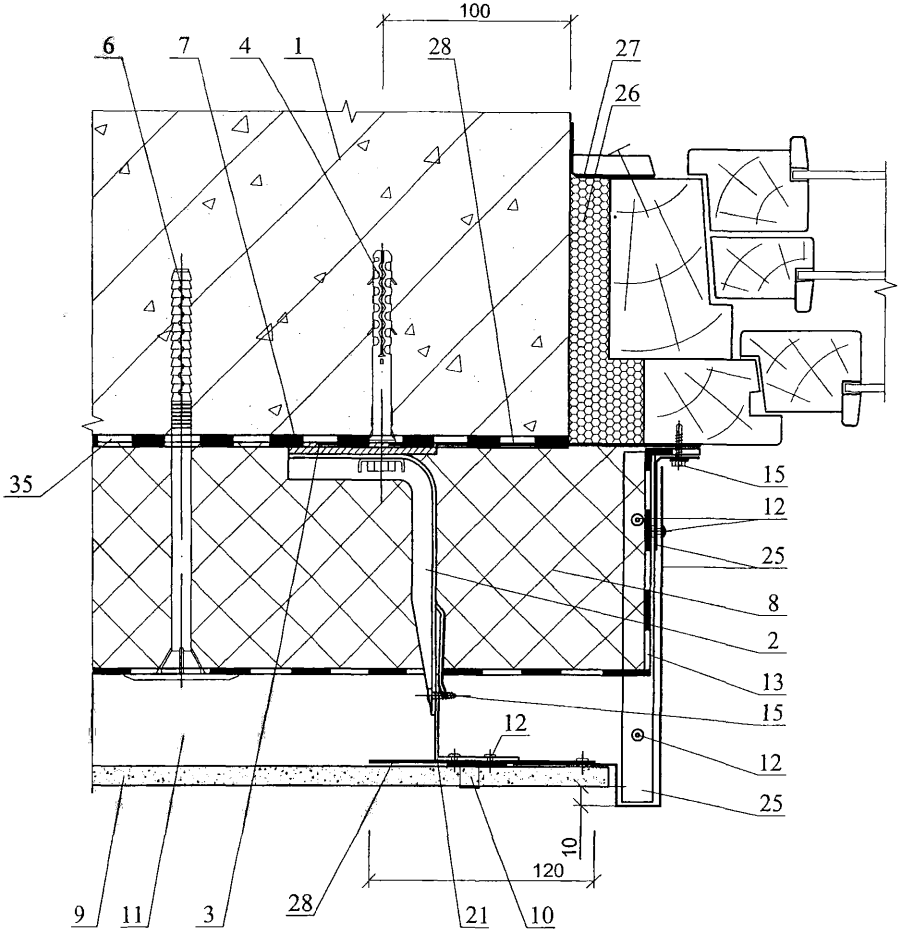


4б



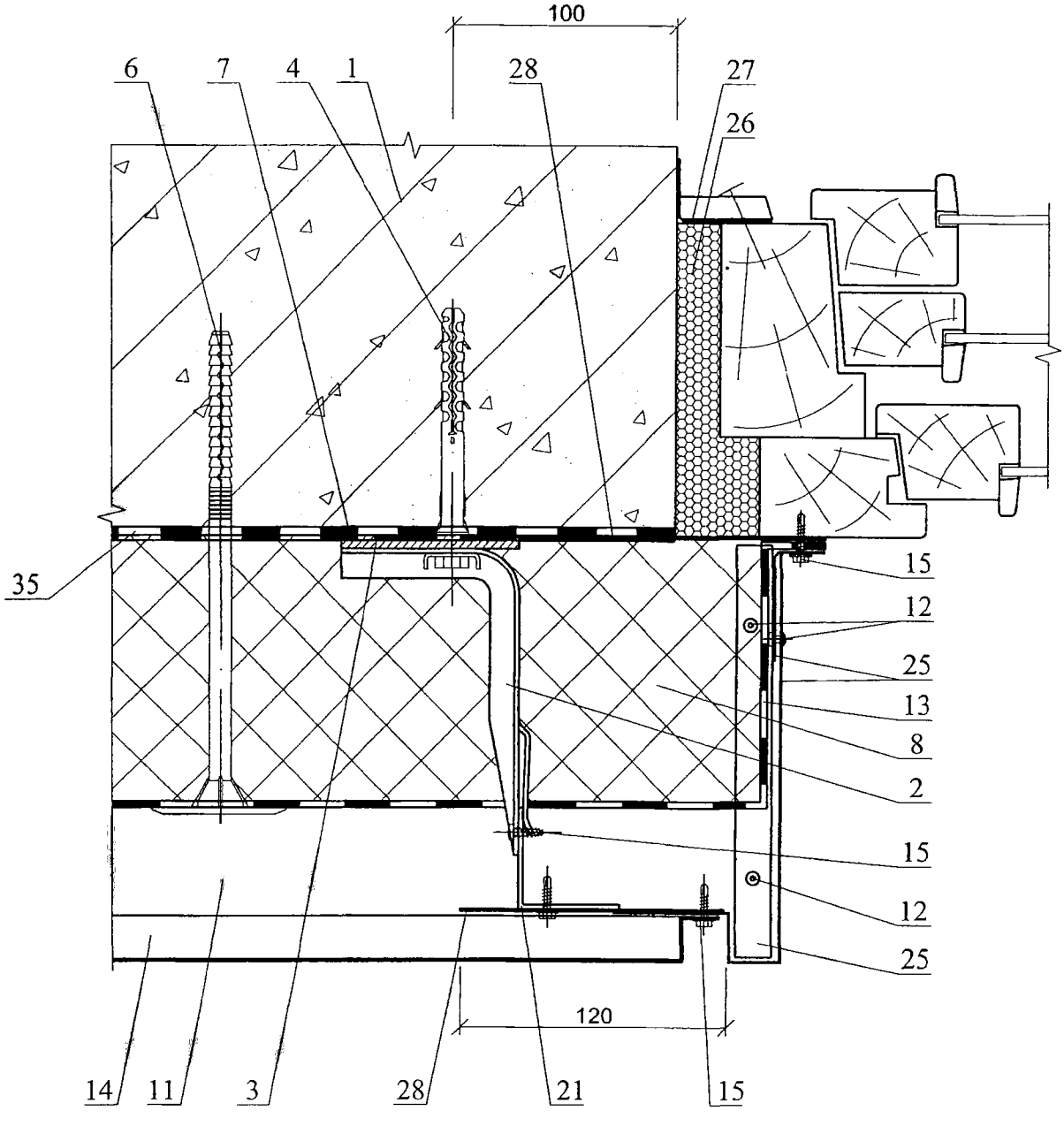
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ООО "Гекса - нетканые материалы" М24.09/06 — 1.12	Лист 12

5а



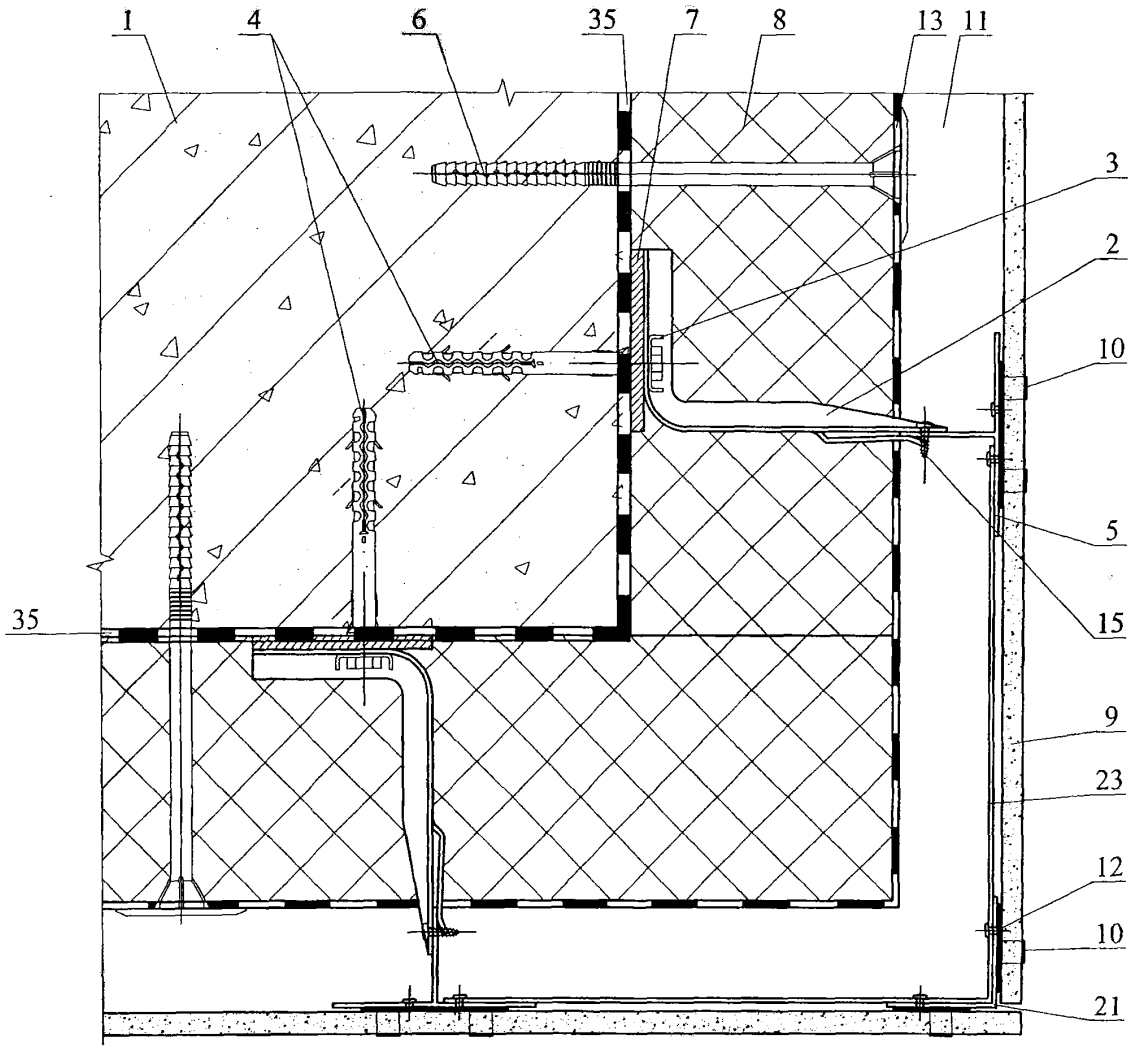
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ООО "Гекса - нетканые материалы" М24.09/06 — 1.13	Лист 13

5б

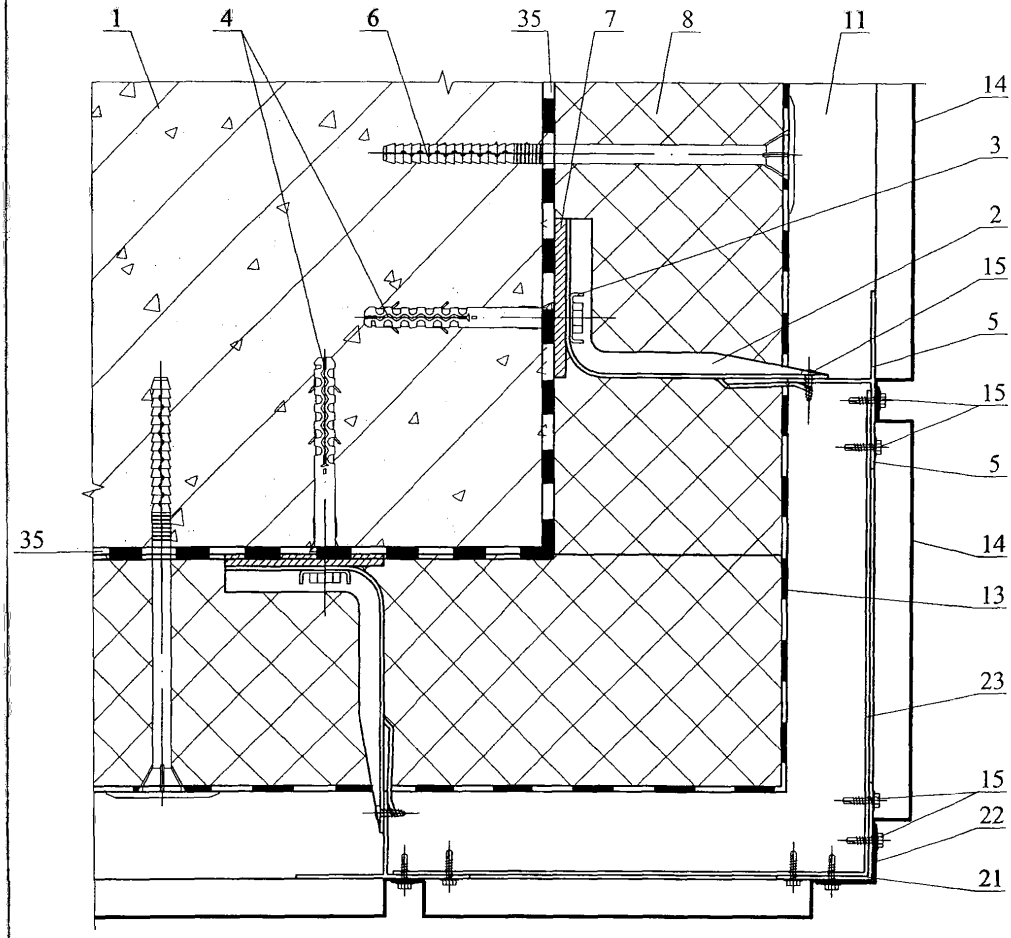


Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ООО "Гекса - нетканые материалы" М24.09/06 — 1.14	Лист 14

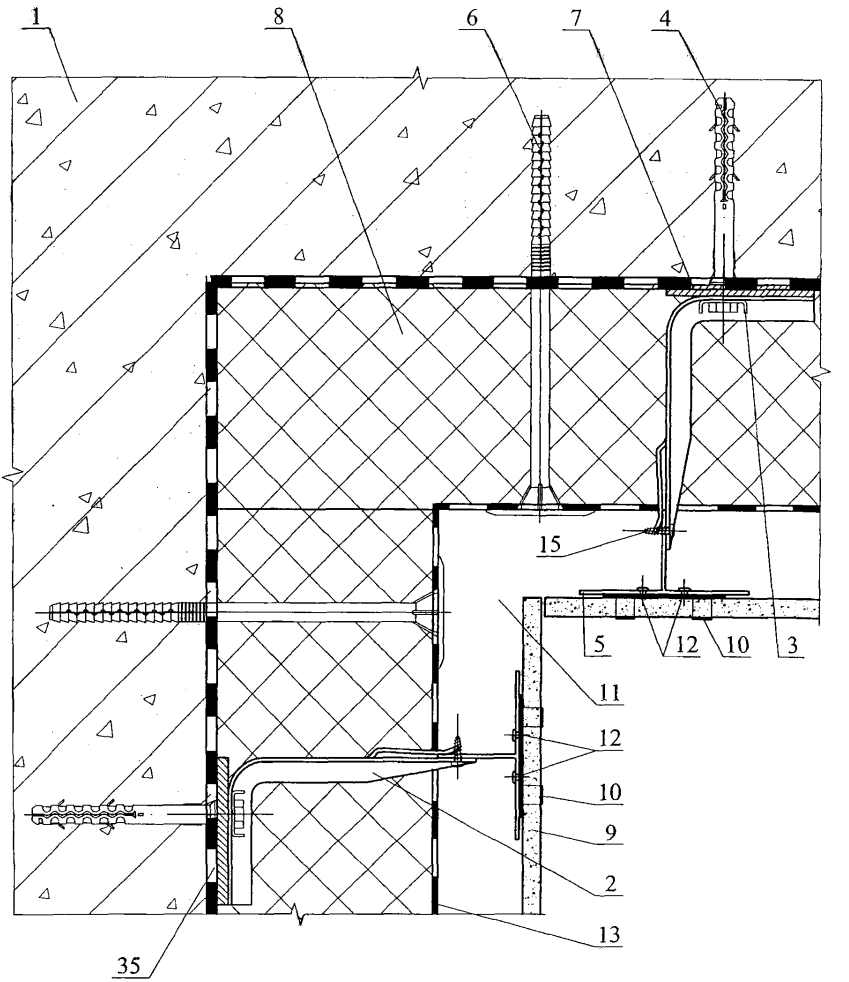
6а



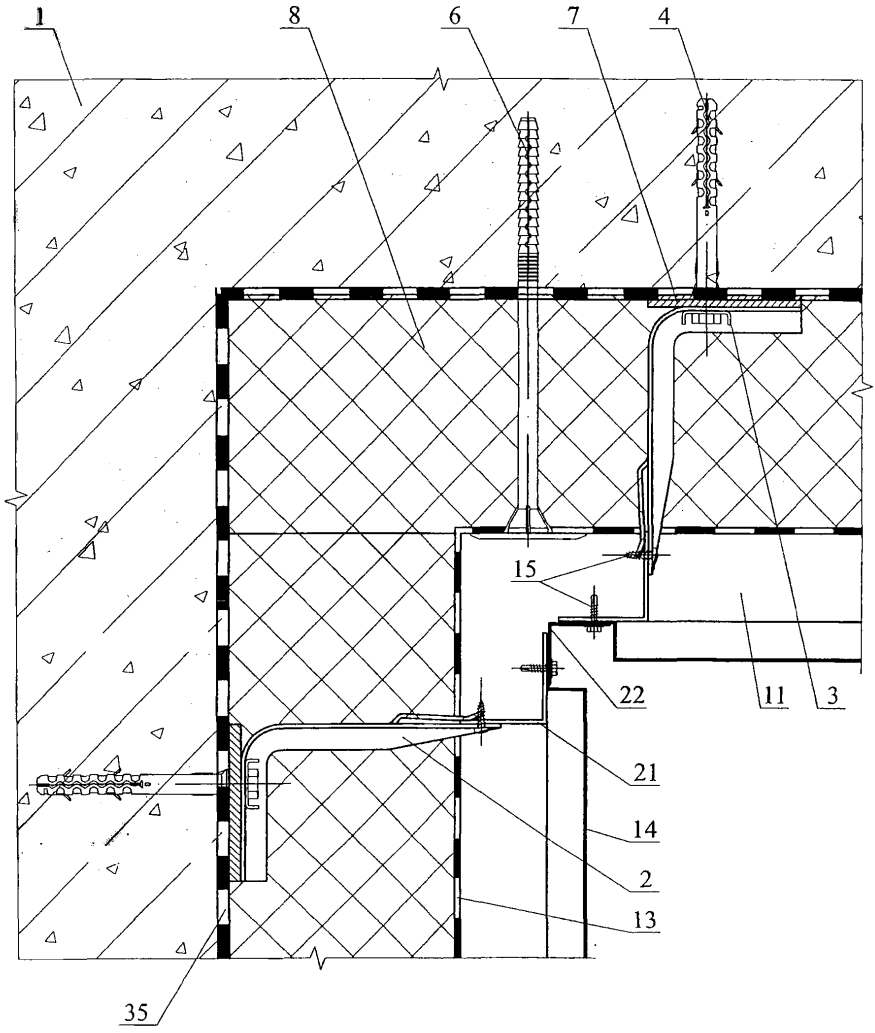
6б



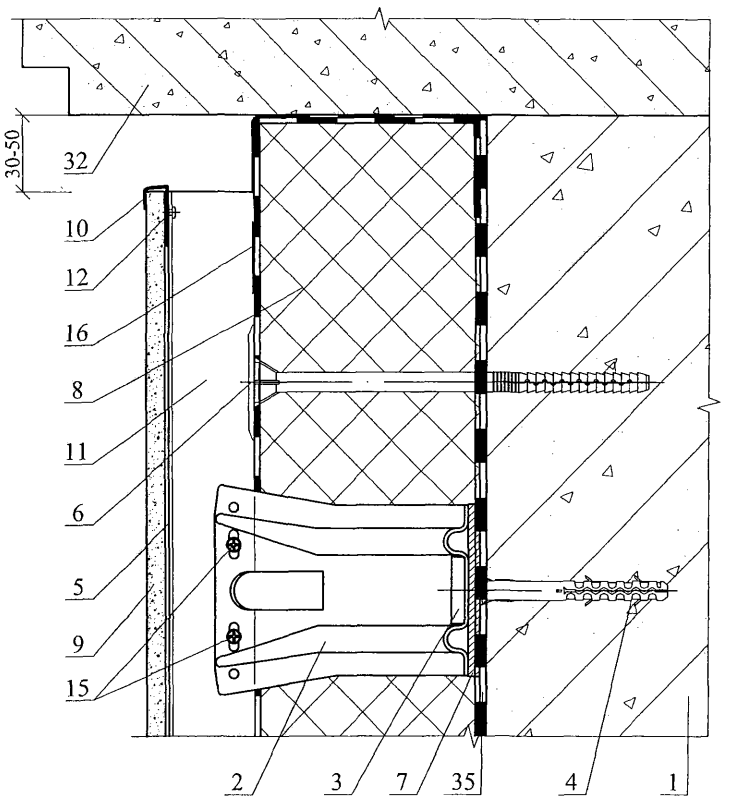
7а



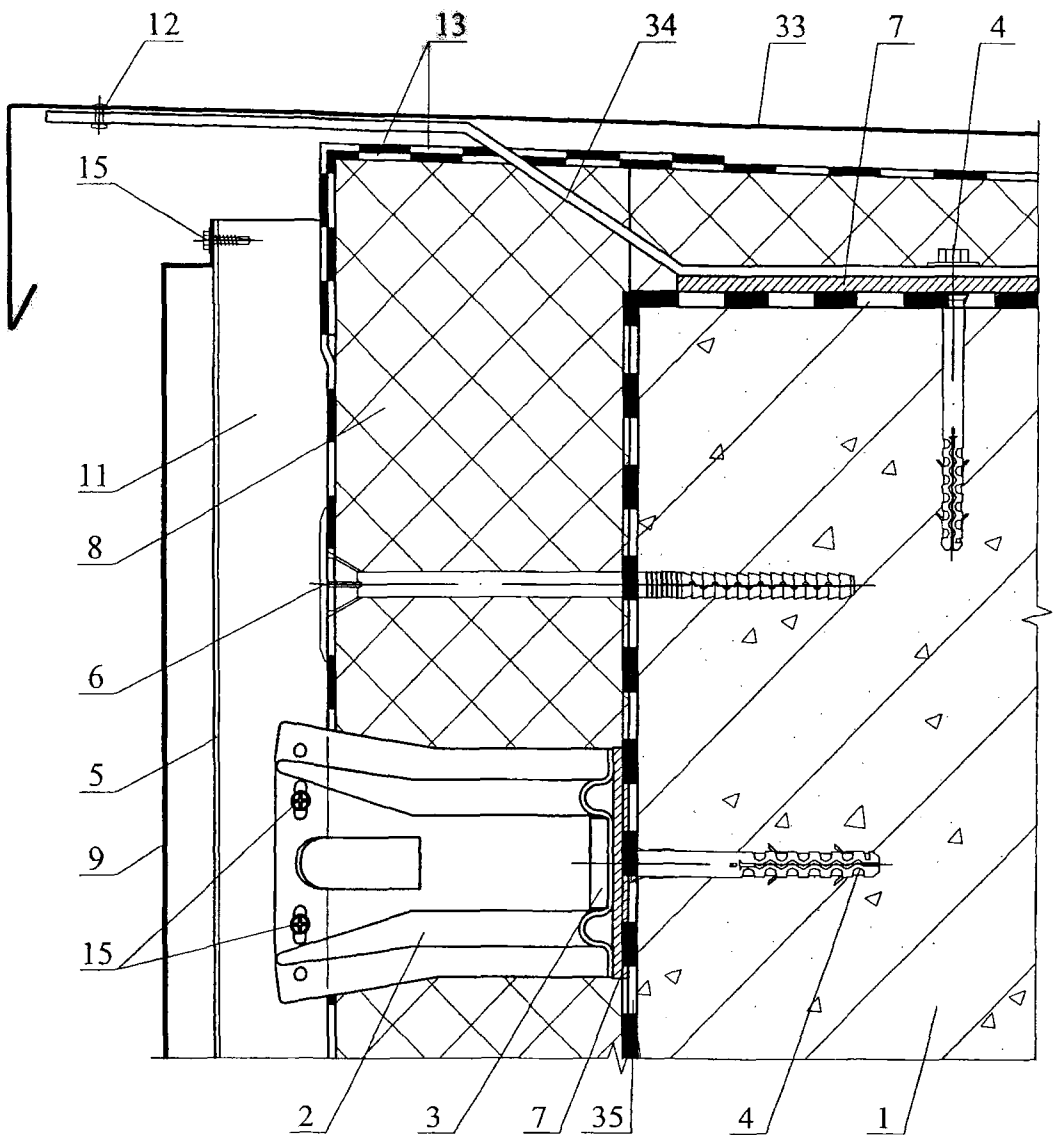
7б



8а



8б



РАЗДЕЛ 2

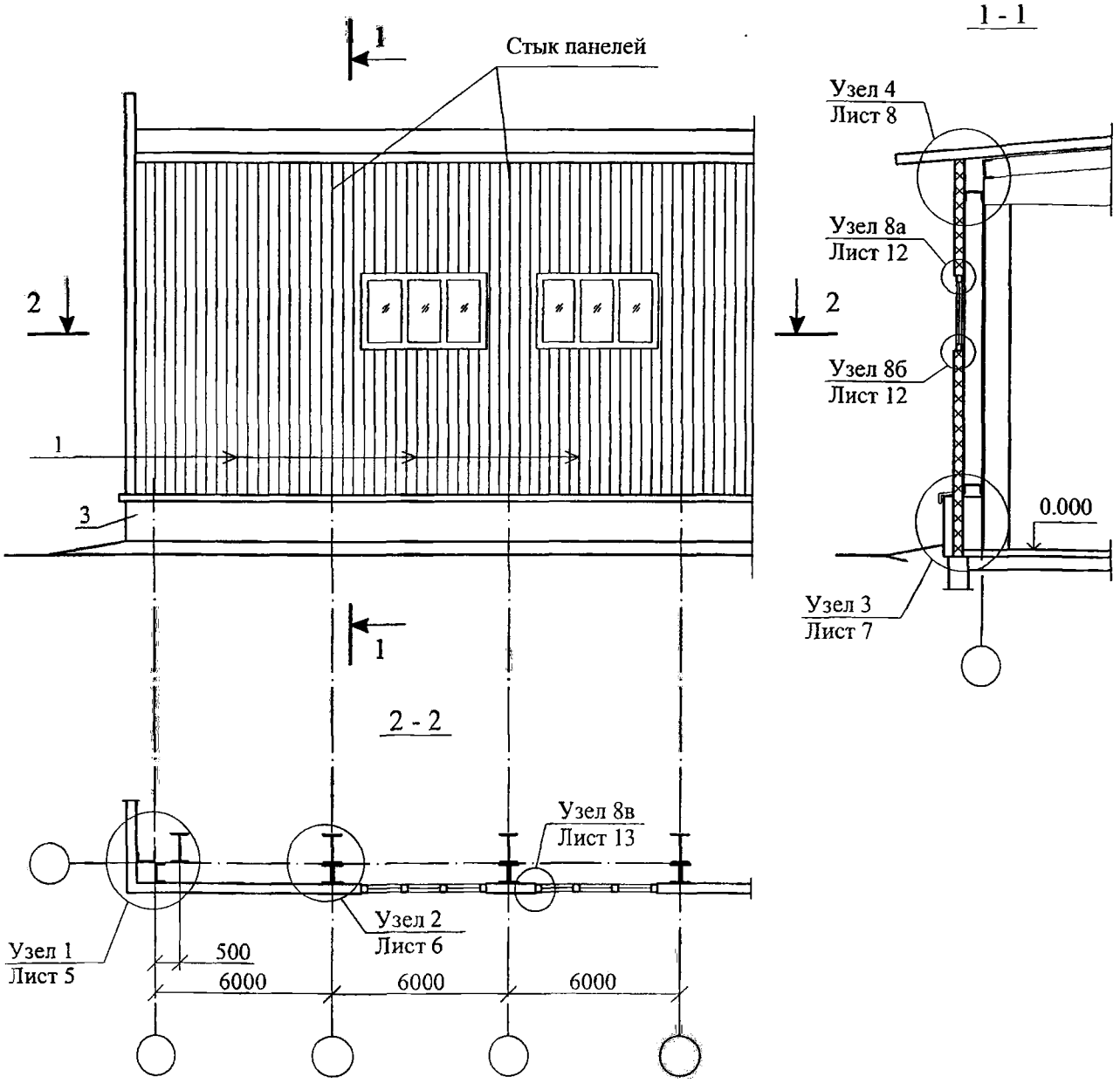
СТЕНЫ С ОБЛИЦОВКОЙ ИЗ ОЦИНКОВАННЫХ СТАЛЬНЫХ ПРОФЛИСТОВ

№ поз.	Наименование	№ поз.	Наименование
1	Панель стеновая	21	Стена из кирпича или монолитного железобетона
2	Окно	22	Ригель
3	Цоколь	23	Самонарезающие винты
4	Ворота	24	Ригель
5	Гидро- ветрозащитная пленка «ИЗОСПАН» марок «ИЗОСПАН А», «ИЗОСПАН АМ» или «ИЗОСПАН AS»	25	Термовкладыш из бакелизированной фанеры
6	Наружная облицовка из оцинкованного стального профлиста	26	Теплоизоляция
7	Утеплитель, завернутый в пленку «ИЗОСПАН В», «ИЗОСПАН С» или «ИЗОСПАН D»	27	Фартук коньковый с гребенкой
8	Каркас панели	28	Шуруп 1 – 4х40 (шаг 300)
9	Угловой нащельник	29	Герметизирующая мастика
10	Слив	30	Антисептированный деревянный брус сечением 40х130, крепить шурупами 1 – 6х90 с шагом 600
11	Внутренняя облицовка	31	Антисептированный деревянный брусок 40х90 (120)
12	Заклепка	32	Нащельник
13	Кровля из профлиста	33	Утеплитель
14	Прогон	34	Подоконник из деревянной доски 60х280
15	Пароизоляция «ИЗОСПАН» марок «ИЗОСПАН В», «ИЗОСПАН FS», «ИЗОСПАН FD», «ИЗОСПАН FX», «ИЗОСПАН С» или «ИЗОСПАН D»	35	Слив
16	Костыль	36	Стойка панели
17	Деревянный брусок	37	Болт М16х50 с шагом 600
18	Фартук из оцинкованной стали	38	Заклепка 12 с шагом 300
19	Несущий настил покрытия	39	Нащельник
20	Балка	40	Элемент крепления окна с шагом 600

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ООО «Гекса – нетканые материалы» М24.09/06-2.0			
Зам. ген. дир.		Гликин				Экспликация материалов и деталей к узлам стен с облицовкой из оцинкованного стального профлиста	Стадия	Лист	Листов
Рук. отд.		Воронин					МП	1	1
С.н.с.		Пешкова					ОАО ЦНИИПРОМЗДАНИЙ г. Москва. 2006 г.		

Фрагмент фасада №1.

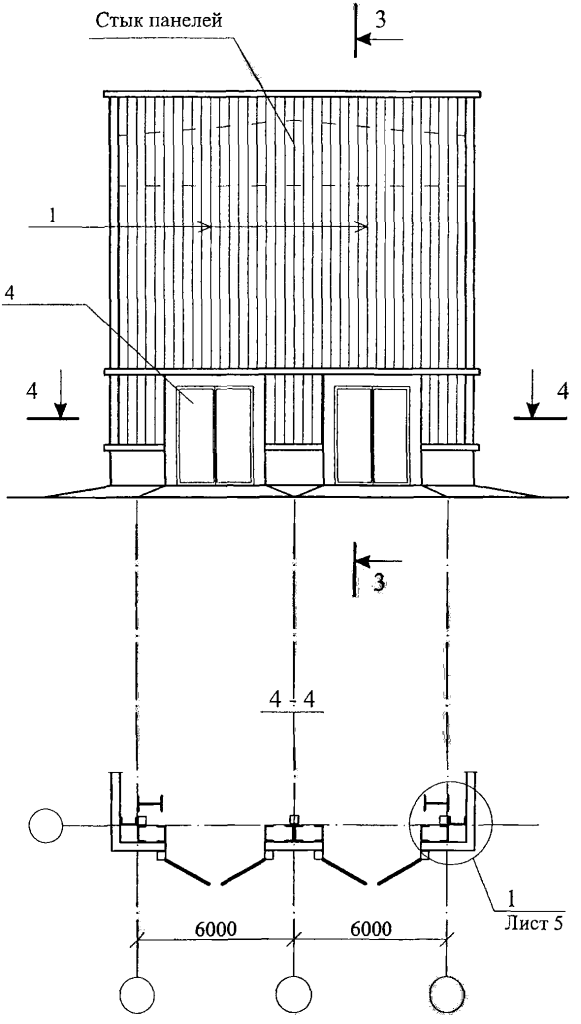
Вариант металлических стен из
трехслойных панелей укрупнительной сборки.
Продольный фасад.

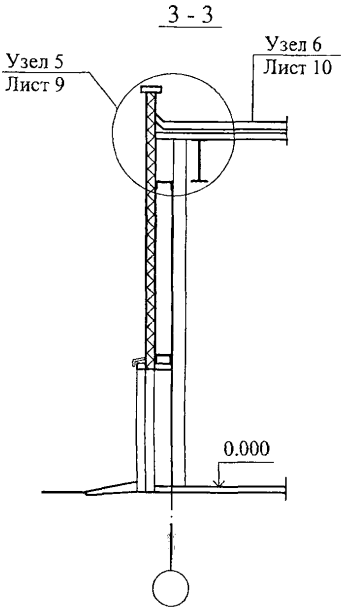


						ООО "Гекса - нетканые материалы"	
						М24.09/06 — 2.1	
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		
Зам. ген. дир.		Гликин				Стены с облицовкой из оцинкованного стального профлиста	Стадия: МП; Лист: 1; Листов: 14
Рук. отд.		Воронин					
С.н.с.		Пешкова					ОАО ЦНИИПРОМЗДАНИЙ г. Москва 2006 г.

Фрагмент фасада №2.

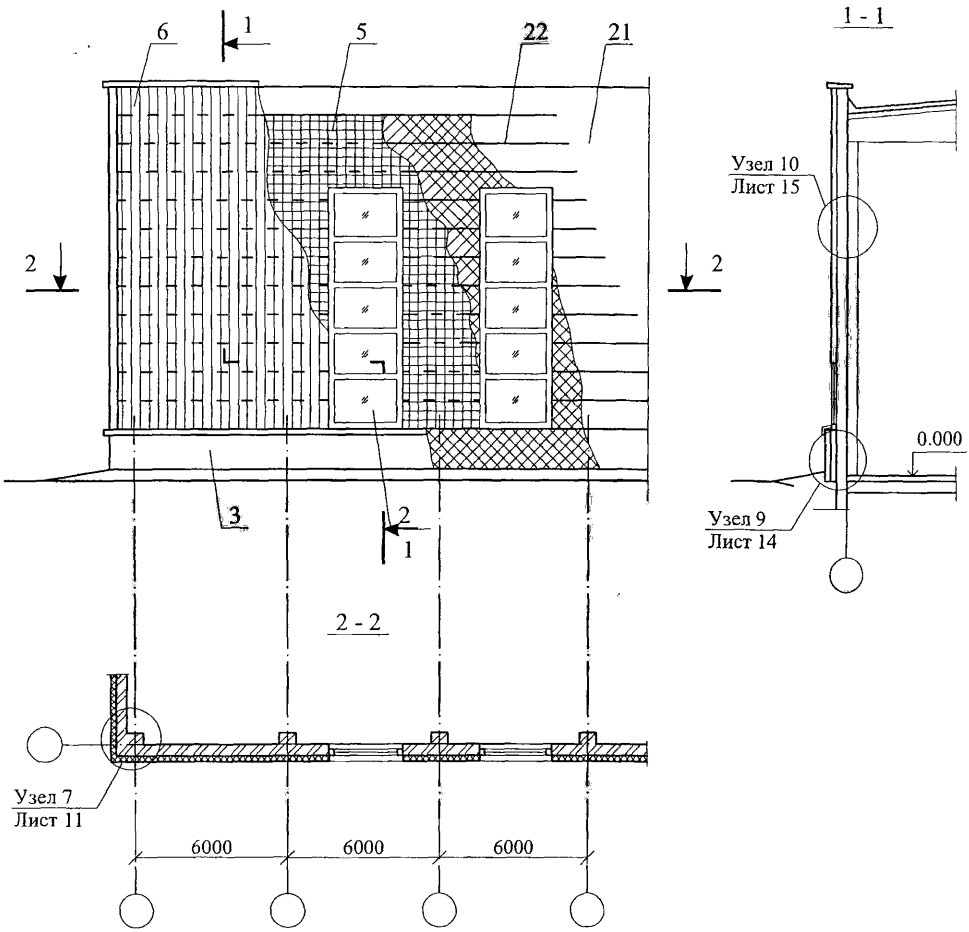
Вариант металлических стен из
трехслойных панелей укрупнительной сборки.
Торцевой фасад.





Фрагмент фасада №3.

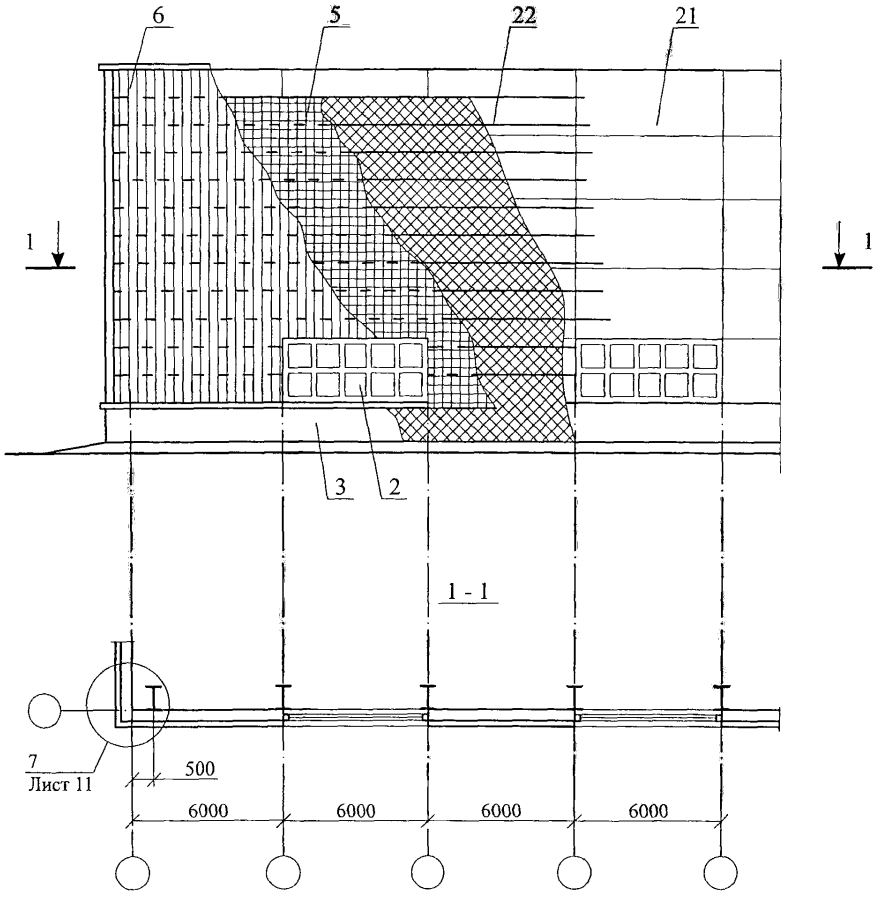
Несущие стены из кирпича или монолитного железобетона

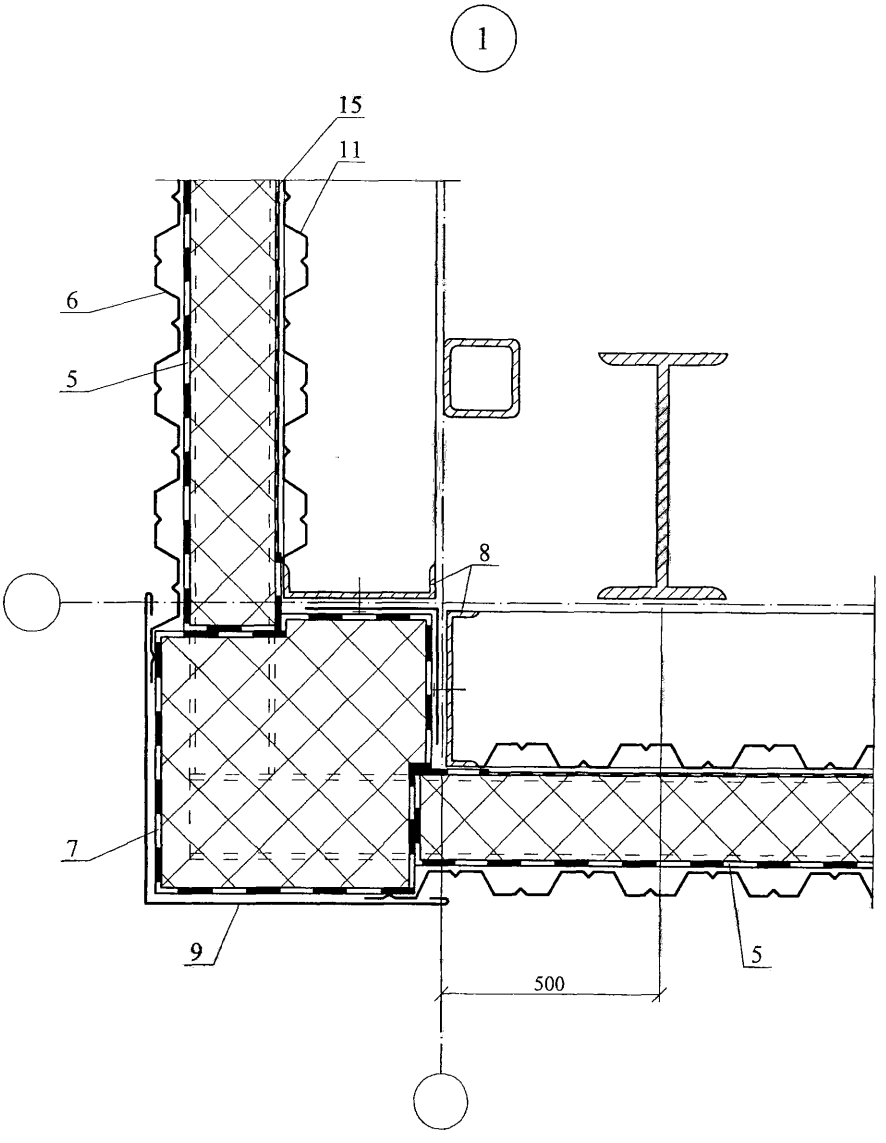


Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ООО "Гекса - нетканые материалы" М24.09/06 — 2.3	Лист 3

Фрагмент фасада №4.

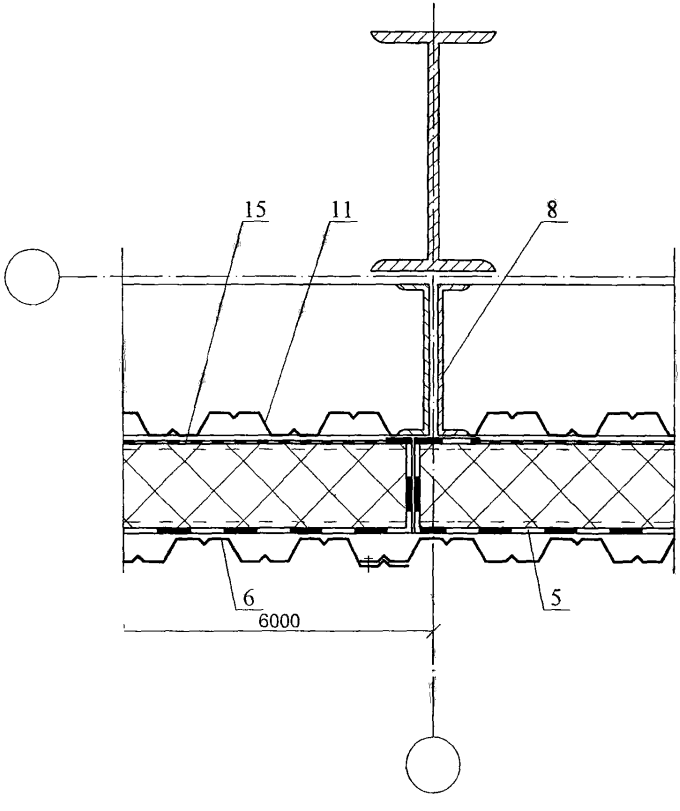
Самонесущие стены из сборных железобетонных панелей каркасного здания





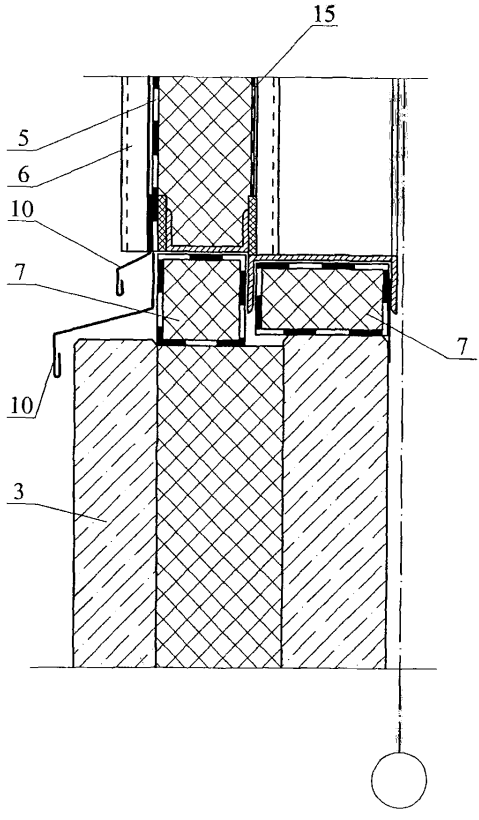
						ООО "Гекса - нетканые материалы"	Лист
						М24.09/06 — 2.5	5
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

2

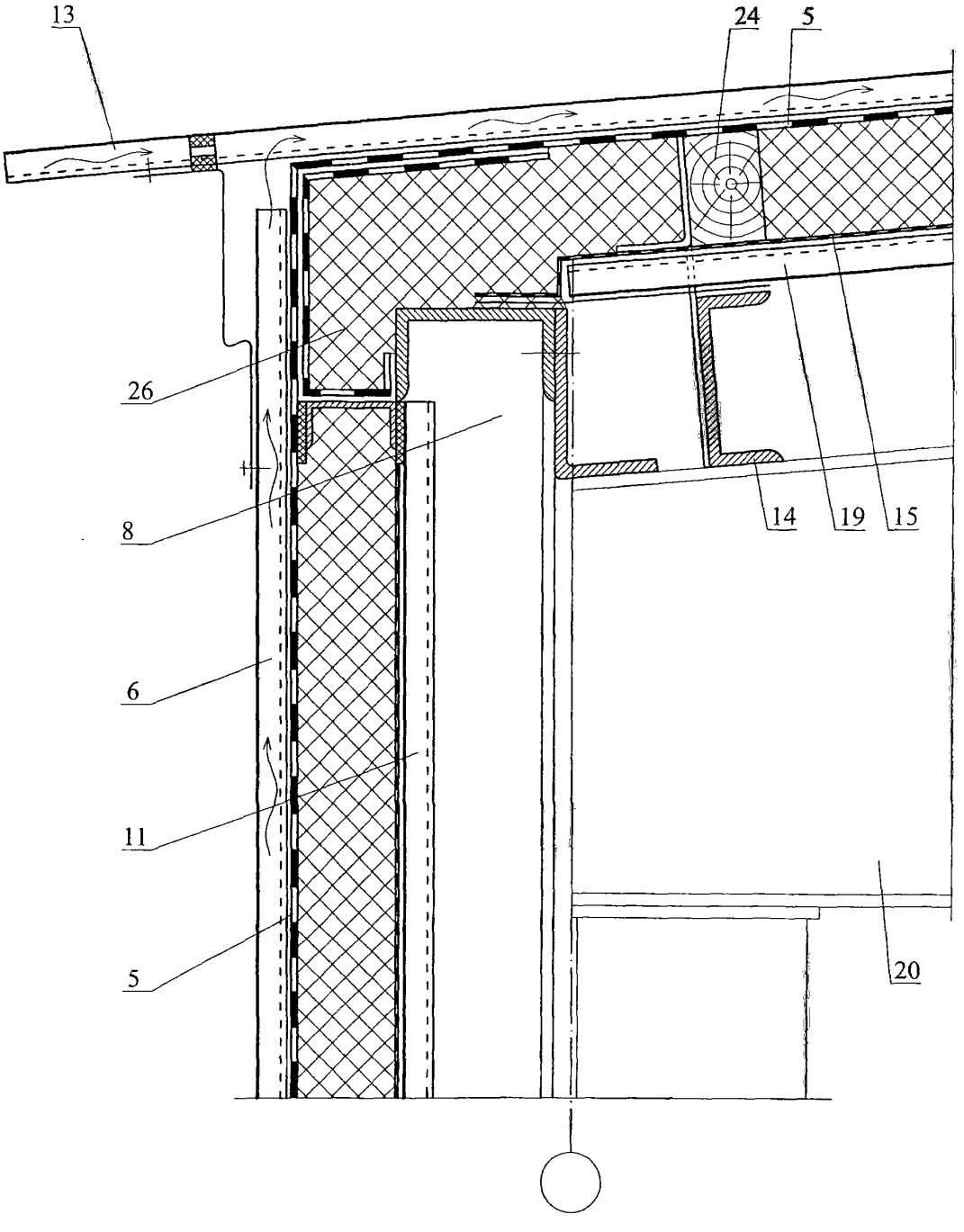


Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ООО "Гекса - нетканые материалы" М24.09/06 — 2.6	Лист 6

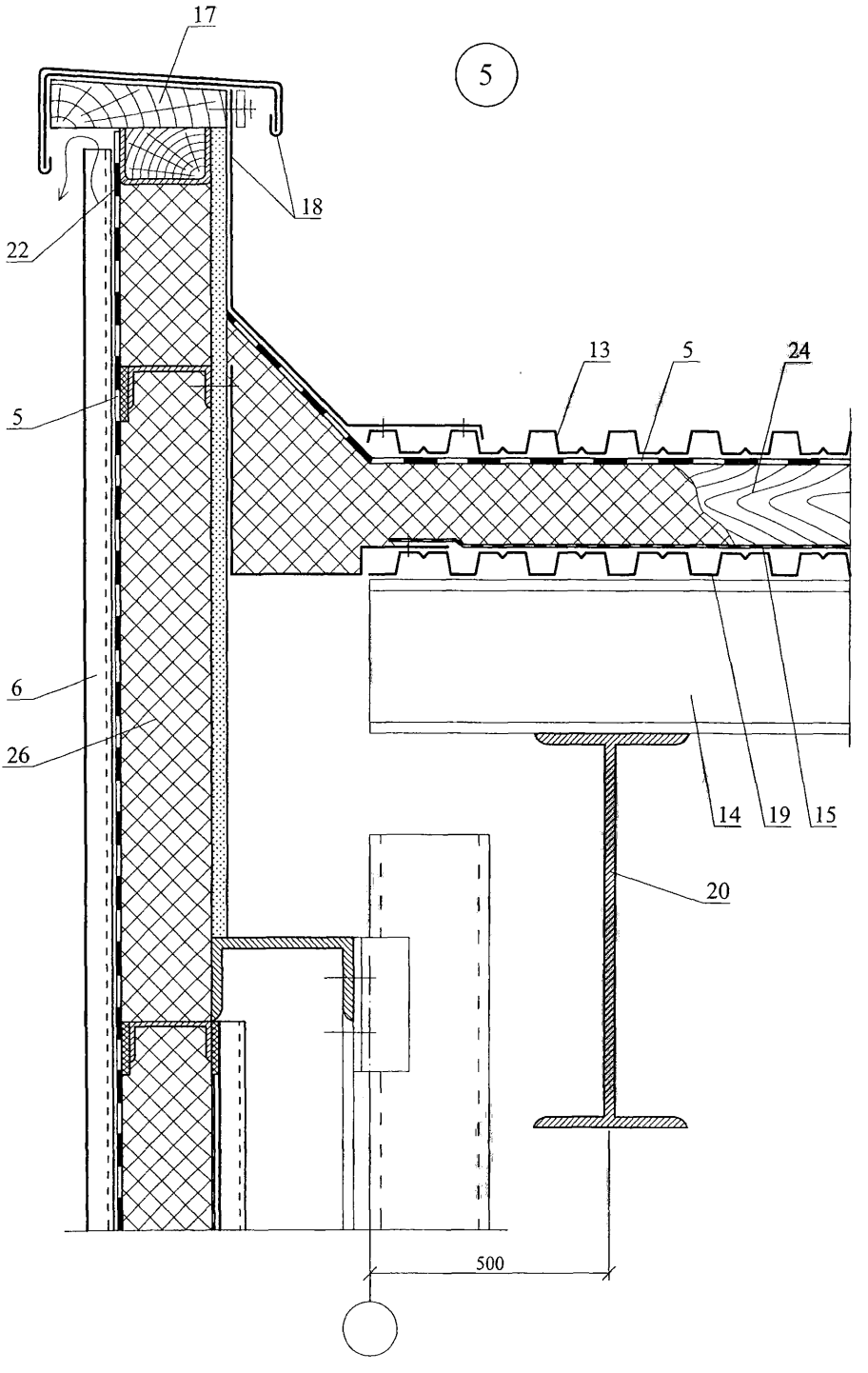
3



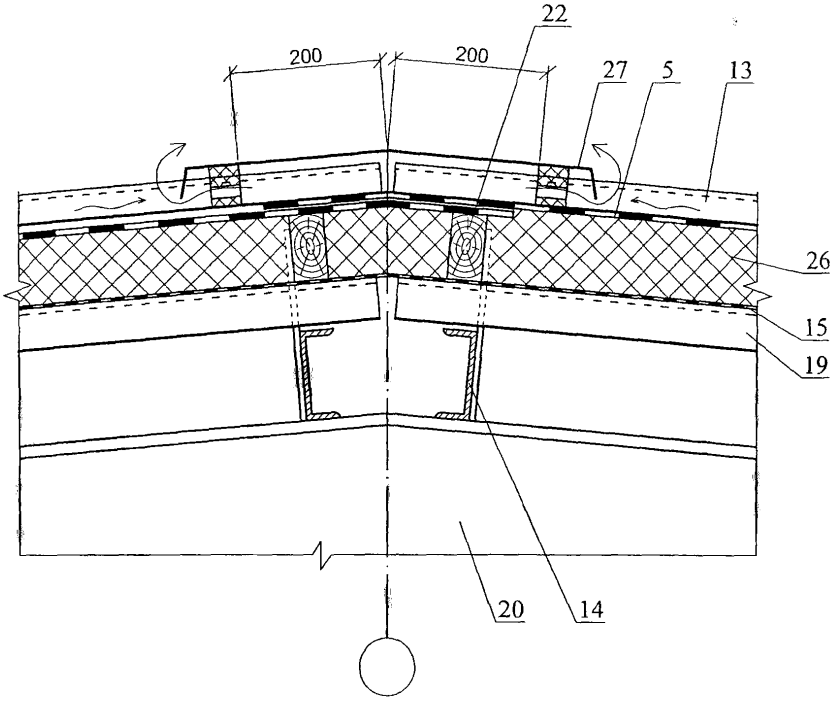
4



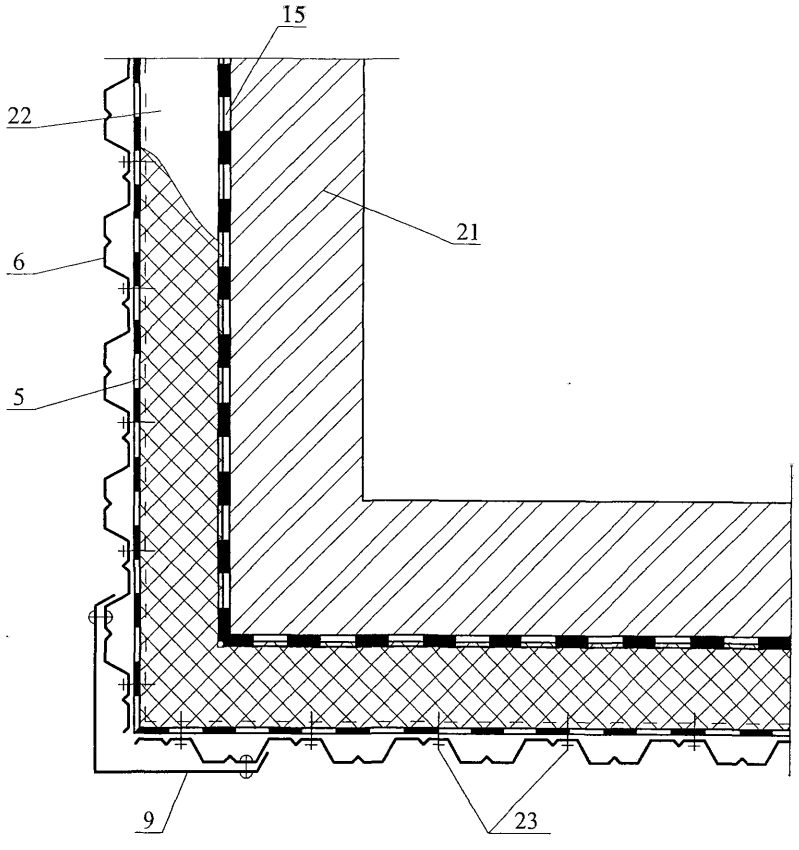
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ООО "Гекса - нетканые материалы" М24.09/06 — 2.8	Лист 8


5
17
18
22
5
13
5
24
6
26
14
19
15
20
500

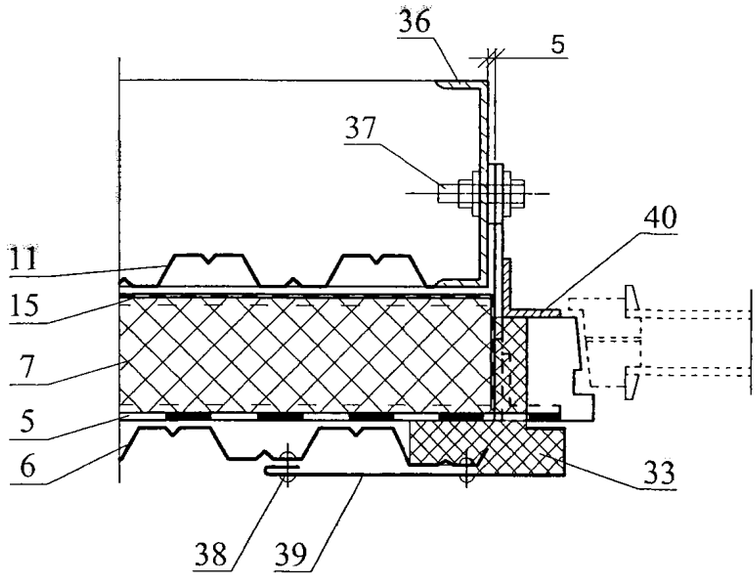
6



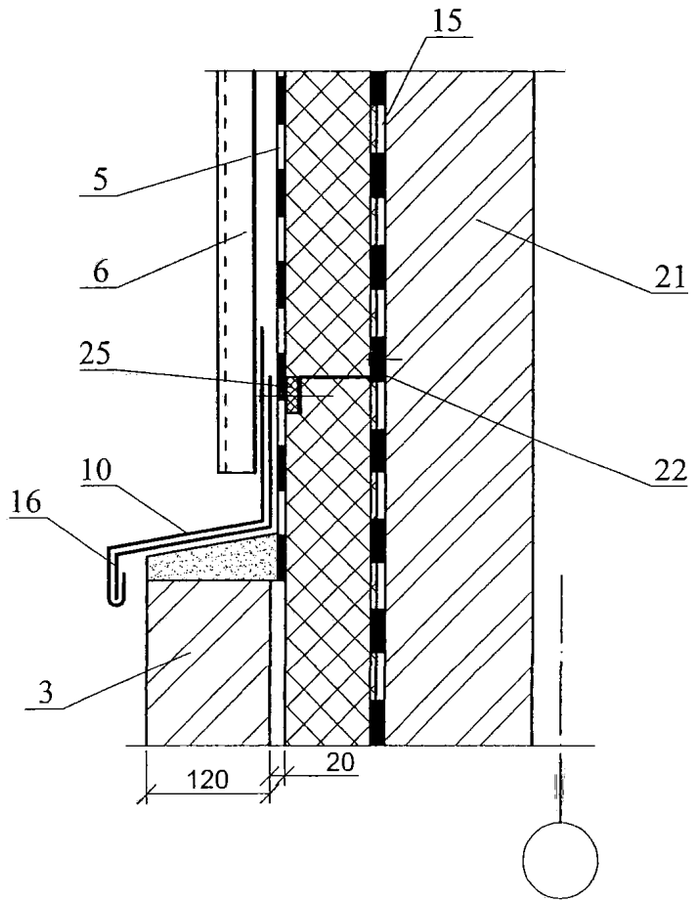
7



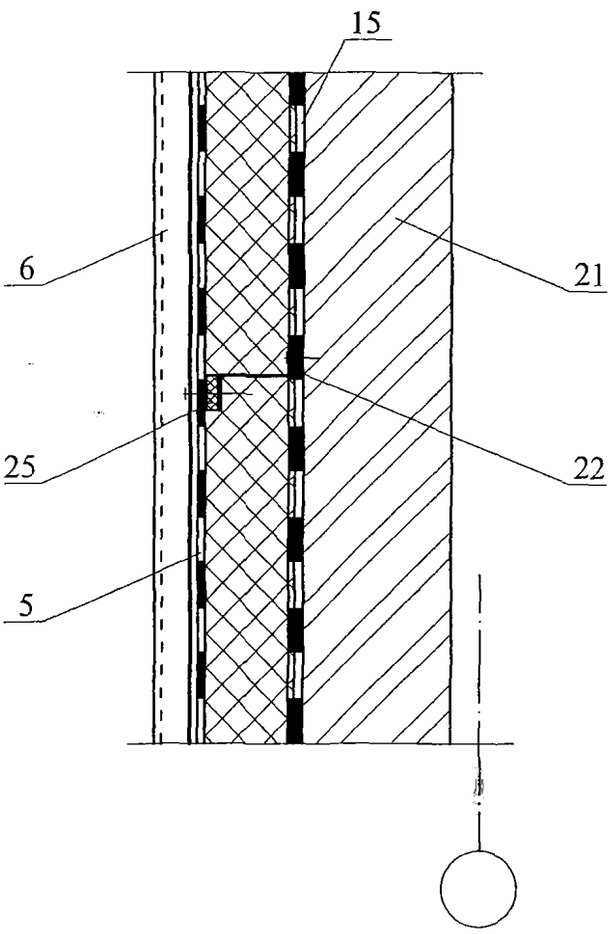
8в



9



10

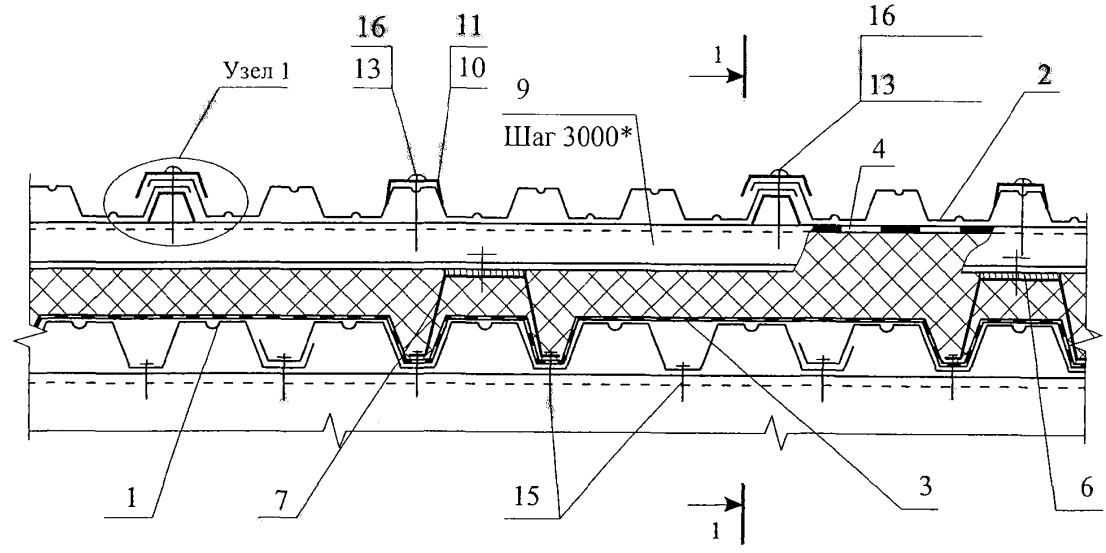


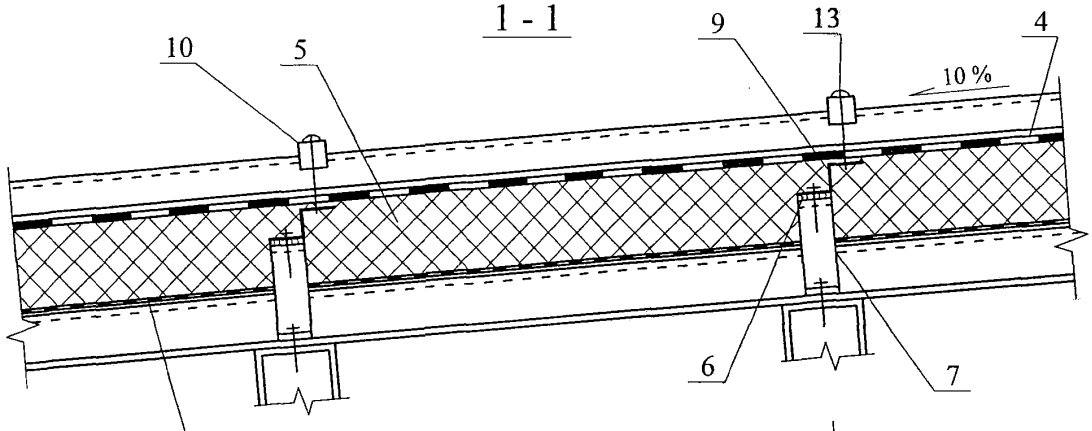
РАЗДЕЛ 3

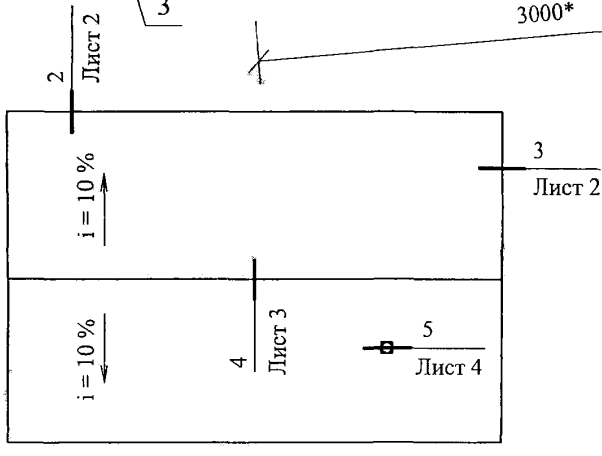
ПОКРЫТИЯ С КРОВЛЕЙ ИЗ ОЦИНКОВАННЫХ СТАЛЬНЫХ ПРОФЛИСТОВ

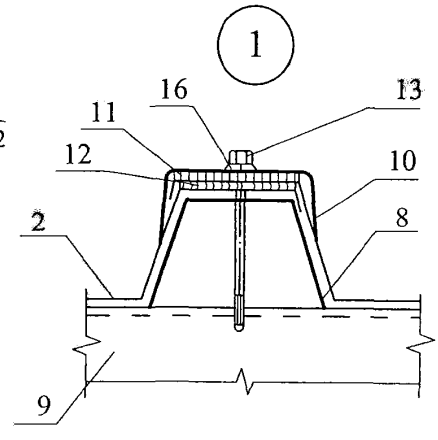
№ поз.	Наименование	№ поз.	Наименование
1	Несущий стальной профилированный настил	21	Гребенчатый уплотнитель из пористой резины
2	Кровельный стальной профилированный настил	22	Труба
3	Пароизоляция «ИЗОСПАН» марок «ИЗОСПАН B», «ИЗОСПАН D», «ИЗОСПАН FS», «ИЗОСПАН FD», «ИЗОСПАН FX» или «ИЗОСПАН C»	23	Стальной квадратный стакан с фланцем
4	Ветрозащитная пленка «ИЗОСПАН» марок «ИЗОСПАН AM» или «ИЗОСПАН AS»	24	Дополнительные прогоны
5	Теплоизоляция	25	Хомут
6	Термовкладыш из бакелизированной фанеры	26	Зонт из оцинкованной стали
7	Опорный элемент из стали δ = 3 мм	27	Коньковый защитный фартук
8	Элемент жесткости δ = 2 мм	28	Гребенка
9	Дистанционный прогон	29	Слив
10	Шайба стальная	30	Коньковый элемент с гребенкой по кромкам
11	Герметизирующая лента		
12	Мастика герметизирующая		
13	Винт самонарезающий		
14	Заклепка комбинированная		
15	Винт самонарезающий		
16	Шайба неопреновая		
17	Заглушка из минераловатного мата		
18	Стальная гребенка по форме профлиста		
19	Оцинкованная сталь δ = 0,8 мм		
20	Защитный фартук из оцинкованной стали δ = 0,8 мм		

						ООО «Гекса – нетканые материалы» М24.09/06-3.0	
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		
Зам. ген. дир.		Гликин				Экспликация материалов и деталей к узлам покрытия с кровлей из профилированных стальных листов	Стадия: МП; Лист: 1; Листов: 1
Рук. отд.		Воронин					
С.н.с.		Пешкова					ОАО ЦНИИПРОМЗДАНИЙ г. Москва. 2006 г.









* - справочный размер

Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Зам. ген. дир.		Гликин			
Рук. отд.		Воронин			
С.н.с.		Пешкова			

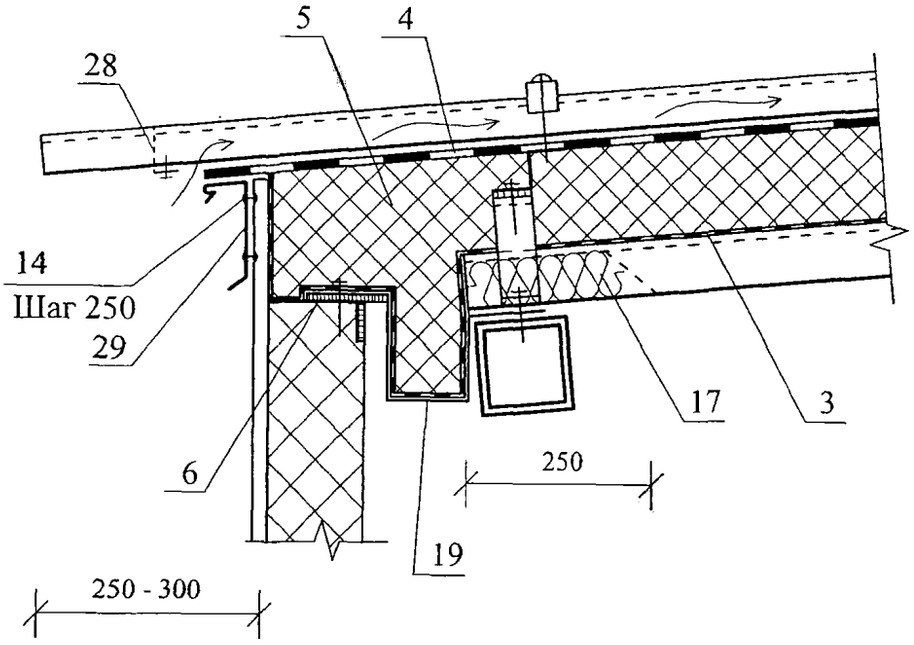
ООО "Гекса - нетканые материалы"
М24.09/06 — 3.1

Покрытие с кровлей из профилированных стальных листов.
Схема маркировки узлов.

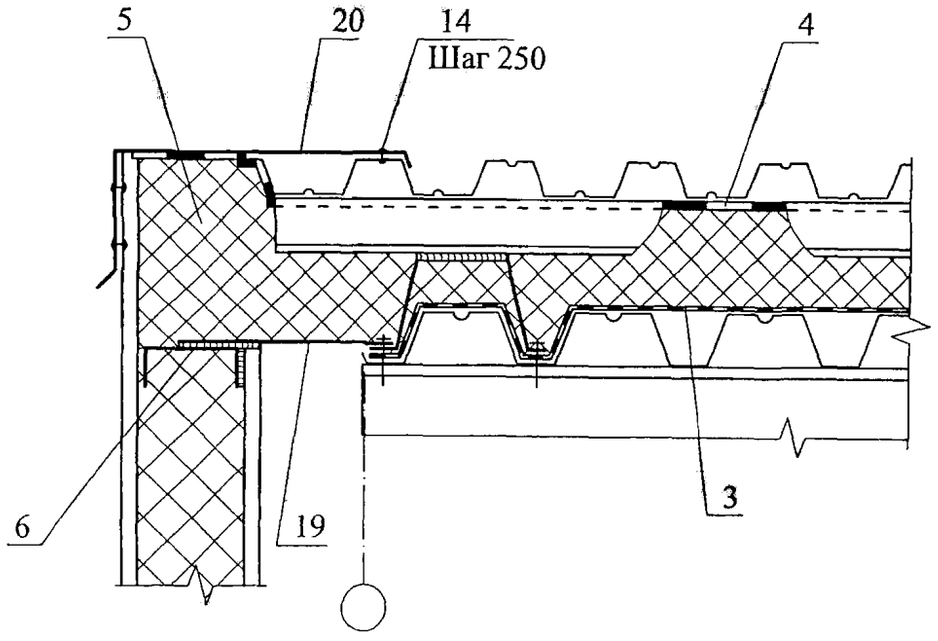
Стадия	Лист	Листов
МП	1	5

ОАО ЦНИИПРОМЗДАНИЙ
г. Москва 2006 г.

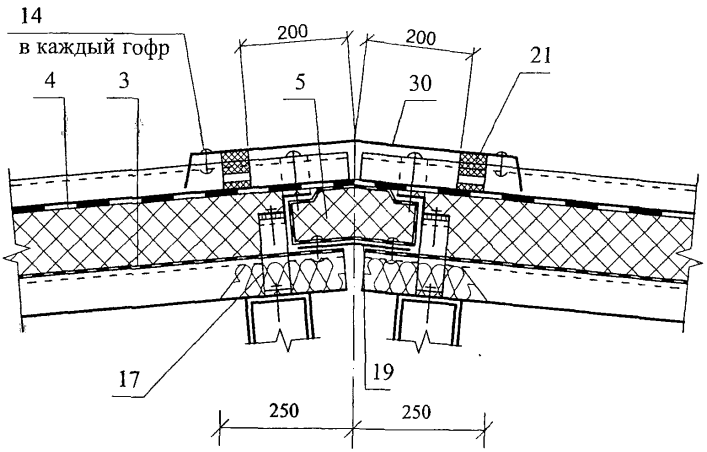
2



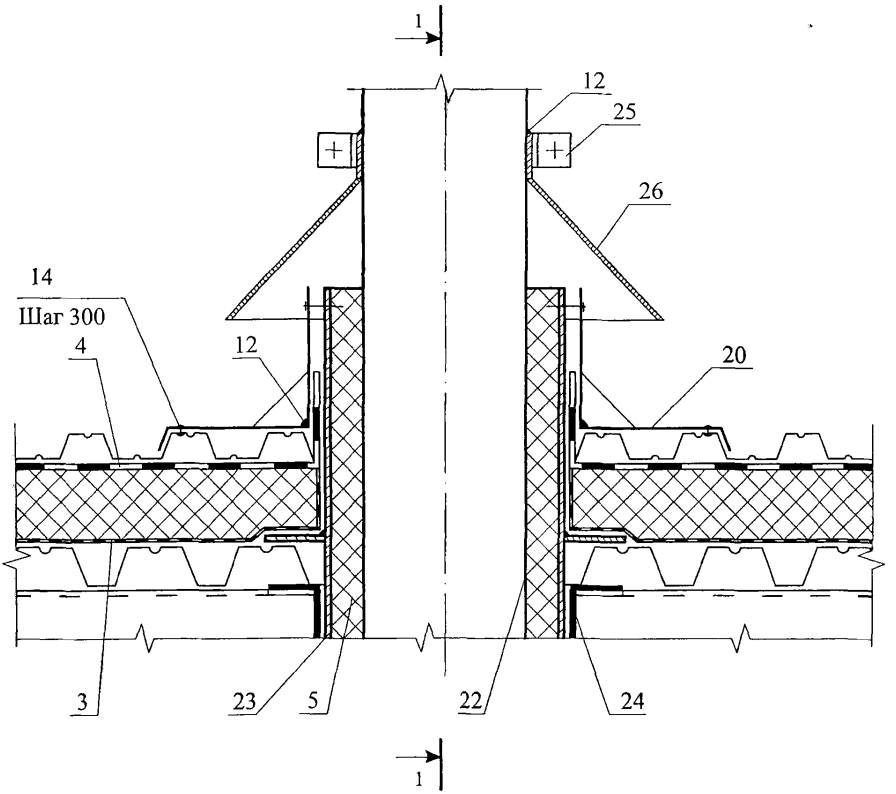
3



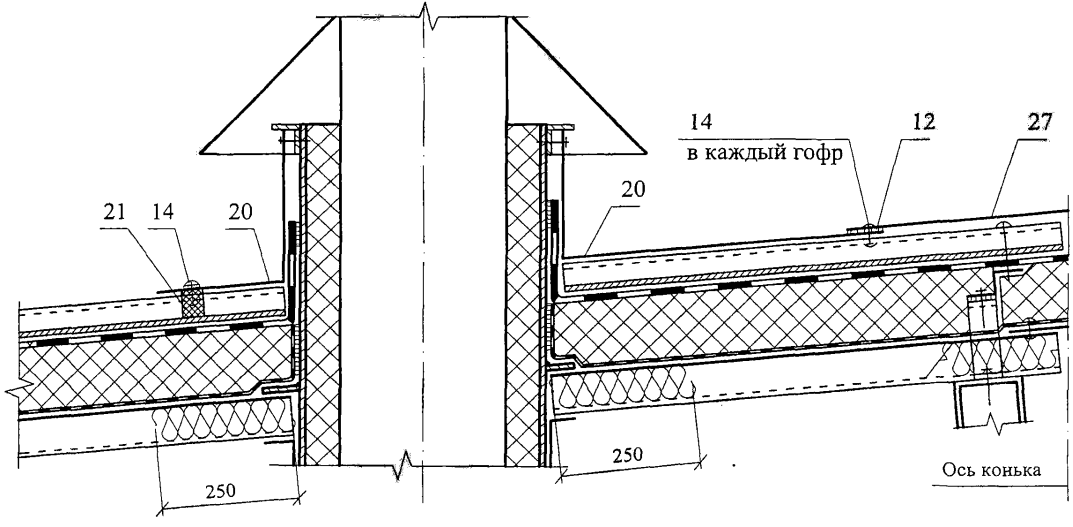
4



5



1 - 1 (узел 5)



РАЗДЕЛ 4

ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ МАНСАРД

№ поз.	Наименование	№ поз.	Наименование
1	Гипсокартонный лист	27	Шуруп ГОСТ 1144-80
2	Стропило деревянное	28	Деревянный брусок 40х30 мм
3	Цементно-песчаная черепица	29	Стропило стальное
4	Обрешетка	30	Подкладочный слой
5	Контробрешетка	31	Стена
6	Клинообразный брус	32	Несущая плита
7	Фартук свеса	33	Наружная обшивка
8	Желоб	34	Стальной профлист
9	Капельник	35	Деревянный каркас
10	Подшивка карниза	36	Пол
11	Утеплитель	37	Фундамент
11а	Утеплитель с покровным (ветрозащитным) слоем из стеклохолста	38	Стойка деревянная
12	Гидро- ветрозащитная пленка «ИЗОСПАН АМ» или «ИЗОСПАН AS»	39	Рулонный самоклеящийся материал
12б	Гидро- ветрозащитная пленка «ИЗОСПАН» марок «ИЗОСПАН С», «ИЗОСПАН D», «ИЗОСПАН FS», «ИЗОСПАН FD», «ИЗОСПАН FX», «ИЗОСПАН СМ» или «ИЗОСПАН DM»	40	Дренажный желоб
13	Пароизоляция «ИЗОСПАН» марок «ИЗОСПАН В», «ИЗОСПАН D» или «ИЗОСПАН С»	41	Труба
14	Сетка	42	Снеговой барьер
15	Оцинкованный гвоздь	43	Щипцовое окно
16	Скоба крепления желоба	44	Вытяжка
17	Желоб	45	Подкладочный слой
18	Поролоновая полоса	46	Кровля из оцинкованной стали, меди или цинк-титана
19	Сплошной настил	47	Металлочерепица
20	Крепление хребтового бруска	48	Асбестоцементный или битумный волнистый лист
21	Коньковая черепица	49	Гибкая черепица
22	Коньковый брус	50	Гидроизоляция
23	Вентиляционная черепица	51	Отмостка
24	Минеральная вата	52	Перегородка
25	Оконный блок	53	Вентиляционный зазор
26	Обвязочный брус		

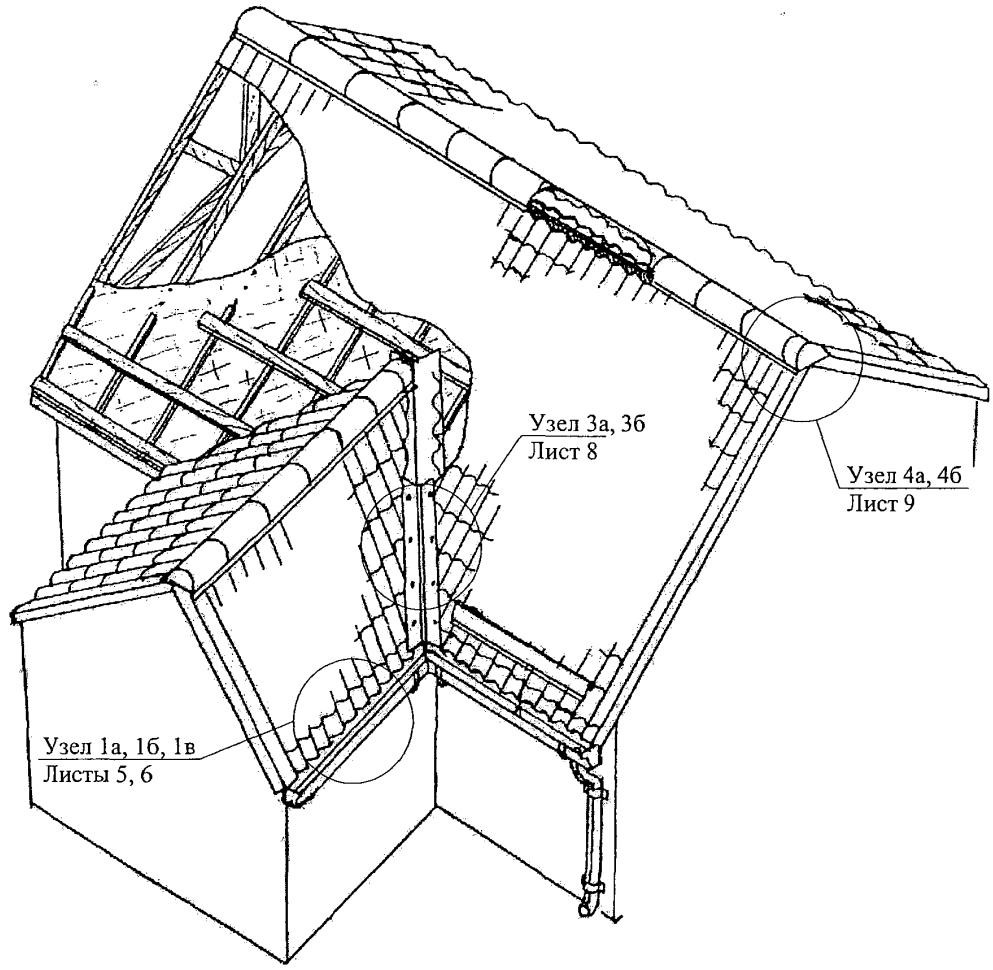
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Зам. ген. Дир.		Гликин			
Рук. отд.		Воронин			
С.н.с.		Пешкова			

ООО «Гекса – нетканые материалы»
М24.09/06-4.0

Экспликация материалов и деталей к узлам к ограждающим конструкциям мансард

Стадия	Лист	Листов
МП	1	1

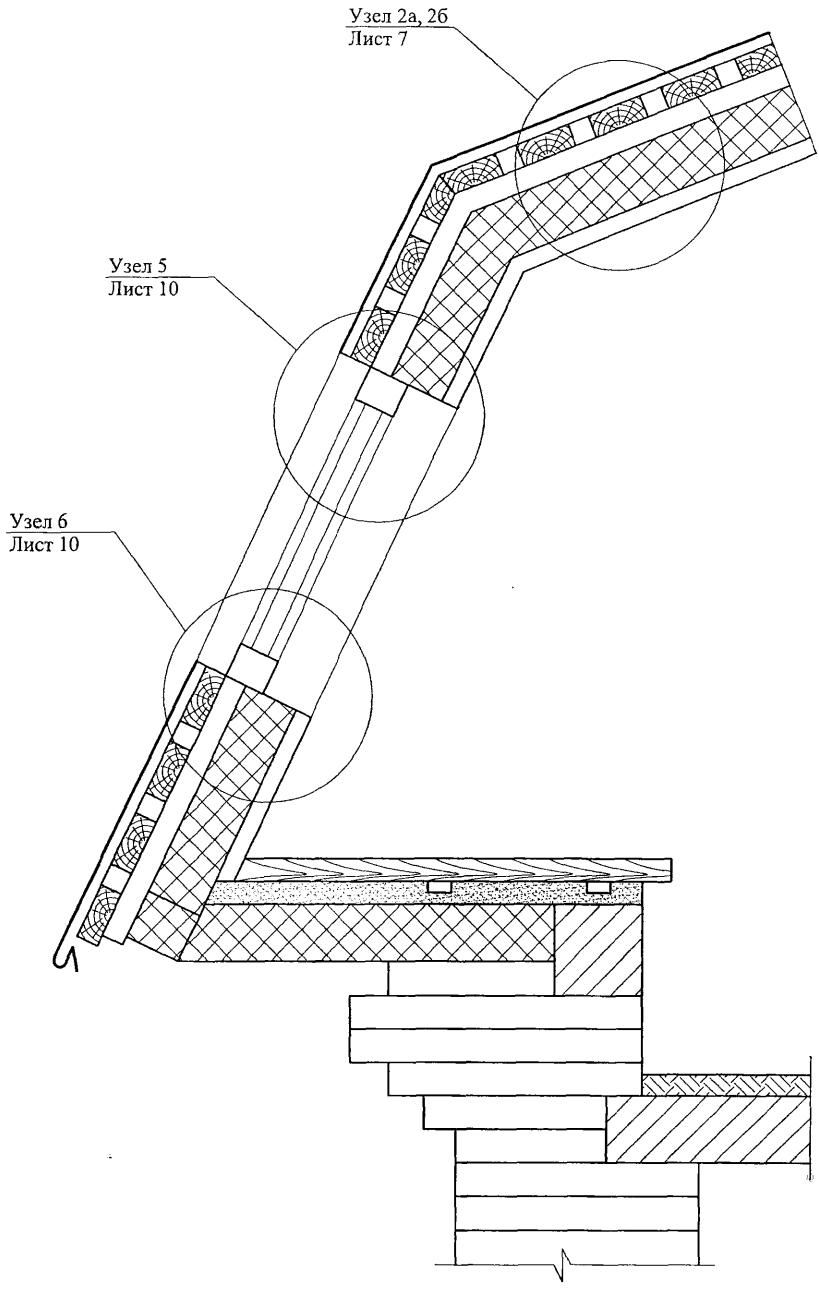
ОАО ЦНИИПРОМЗДАНИЙ
г. Москва. 2006 г.



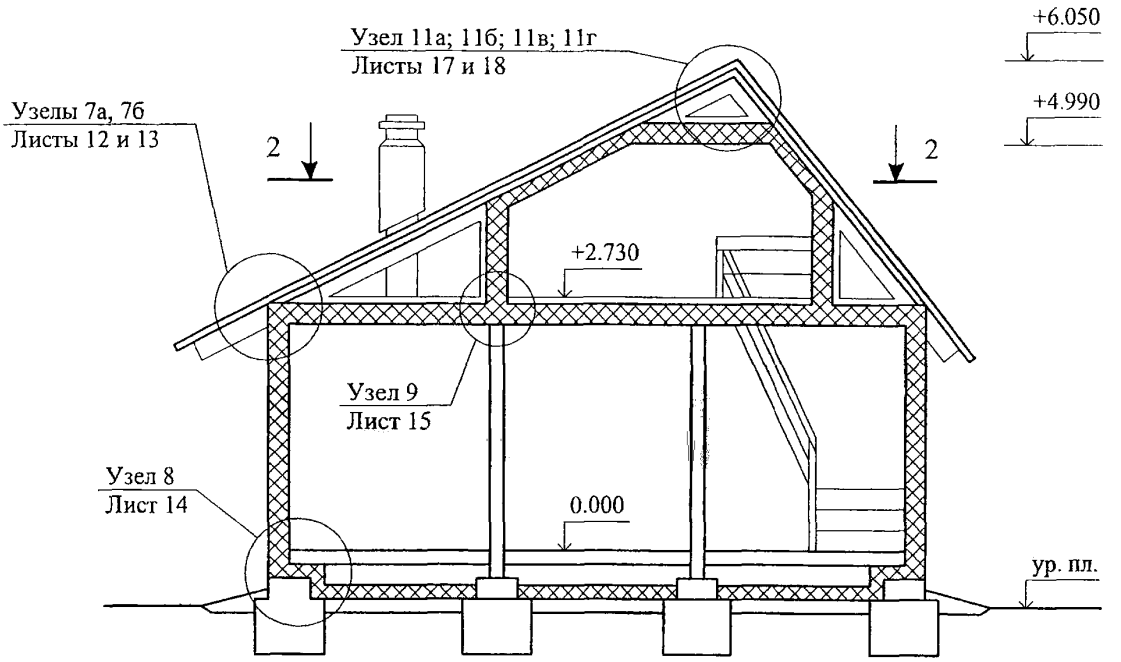
						ООО "Гекса - нетканые материалы" М24.09/06 — 4.1
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	
Зам. ген. дир.		Гликин				Ограждающие конструкции мансард и чердаков
Рук. отд.		Воронин				
С.н.с.		Пешкова				

Стадия	Лист	Листов
МП	1	19

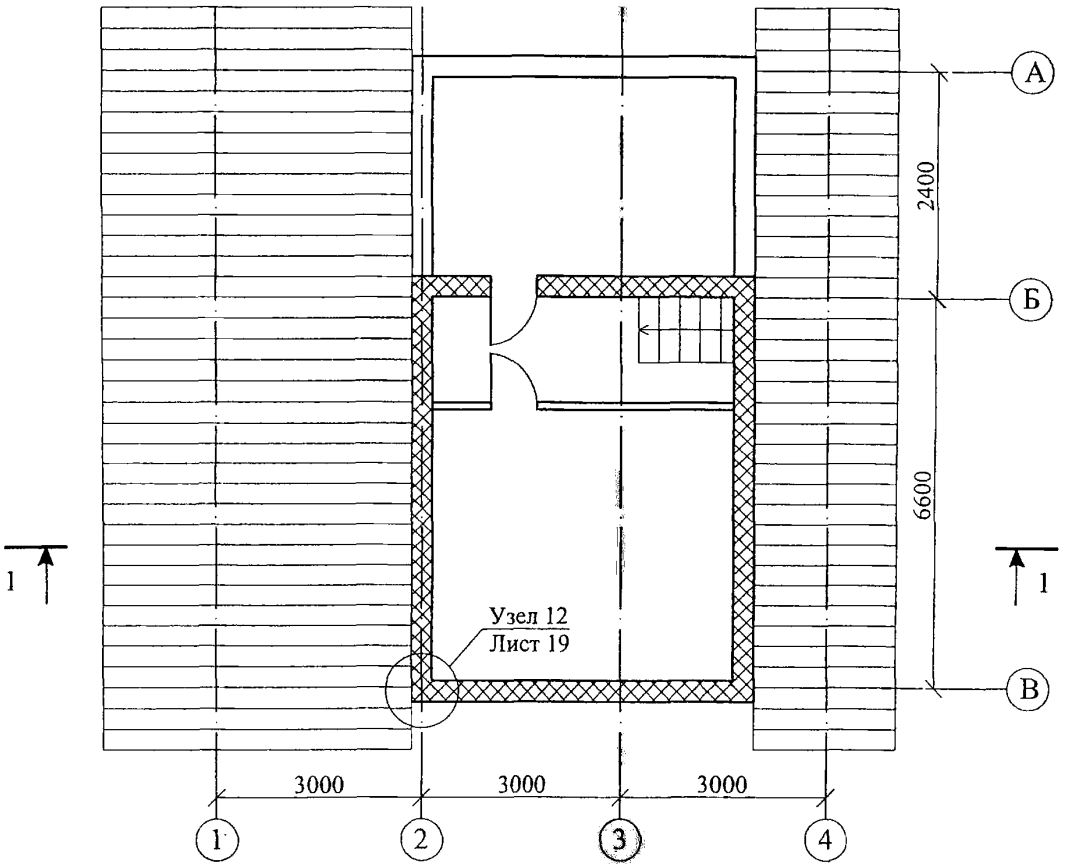
ОАО ЦНИИПРОМЗДАНИЙ
г. Москва 2006 г.


Узел 2а, 2б
Лист 7
Узел 5
Лист 10
Узел 6
Лист 10

1 - 1

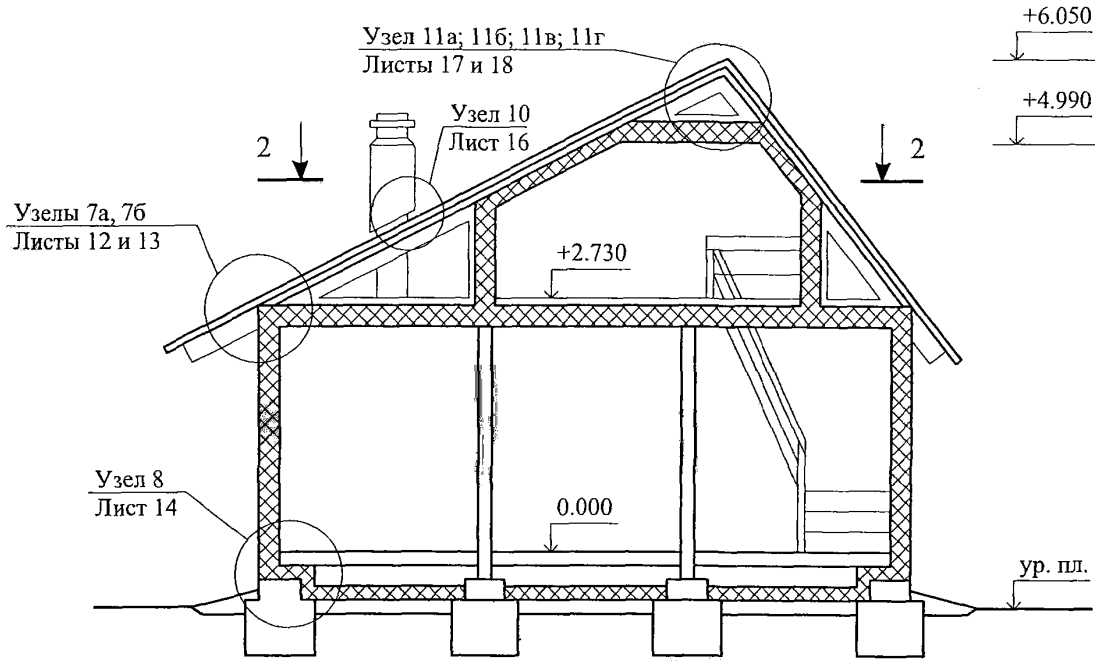


2 - 2

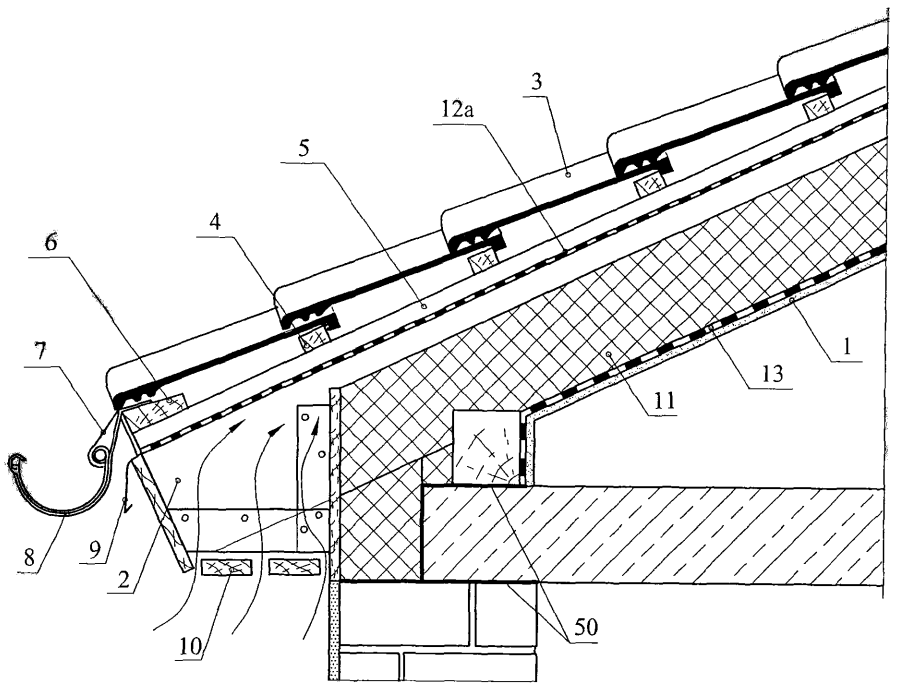


Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ООО "Гекса - нетканые материалы" М24.09/06 — 4.3	Лист 3

3 - 3

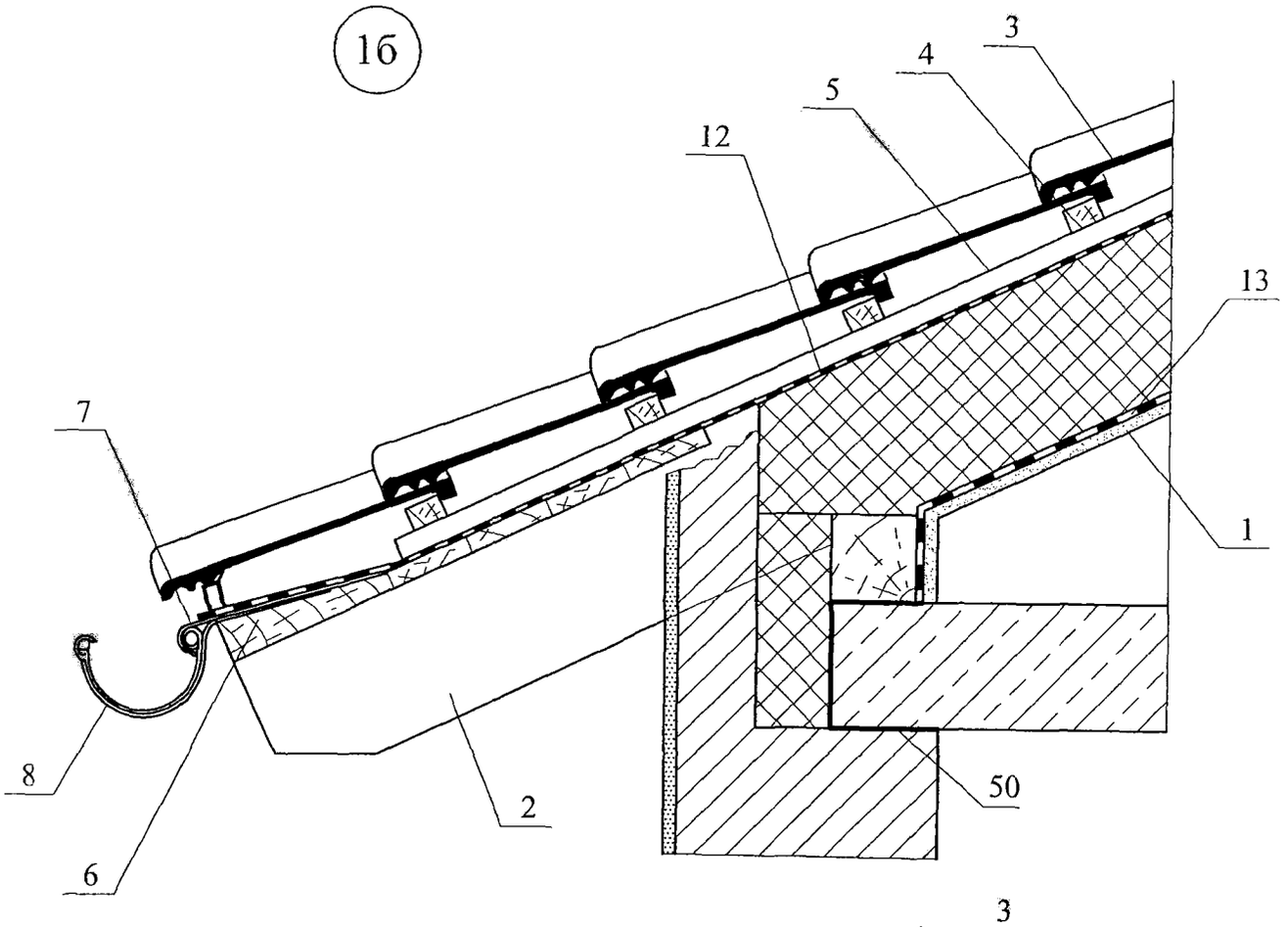

Узел 11а; 11б; 11в; 11г
Листы 17 и 18
Узел 10
Лист 16
2
2
+6.050
+4.990
Узелы 7а, 7б
Листы 12 и 13
+2.730
Узел 8
Лист 14
0.000
ур. пл.

1а

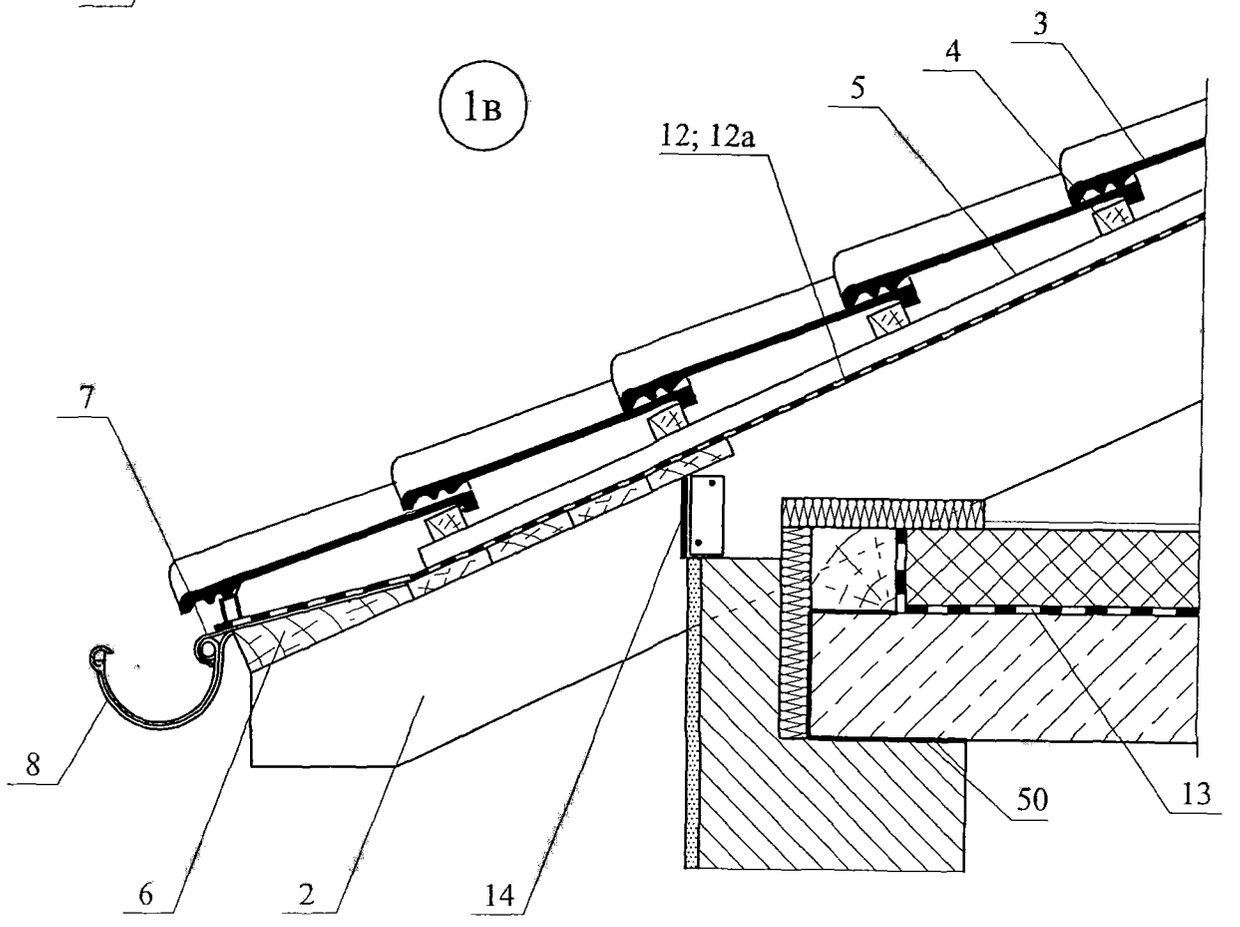


						ООО "Гекса - нетканые материалы" М24.09/06 — 4.5	Лист 5
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

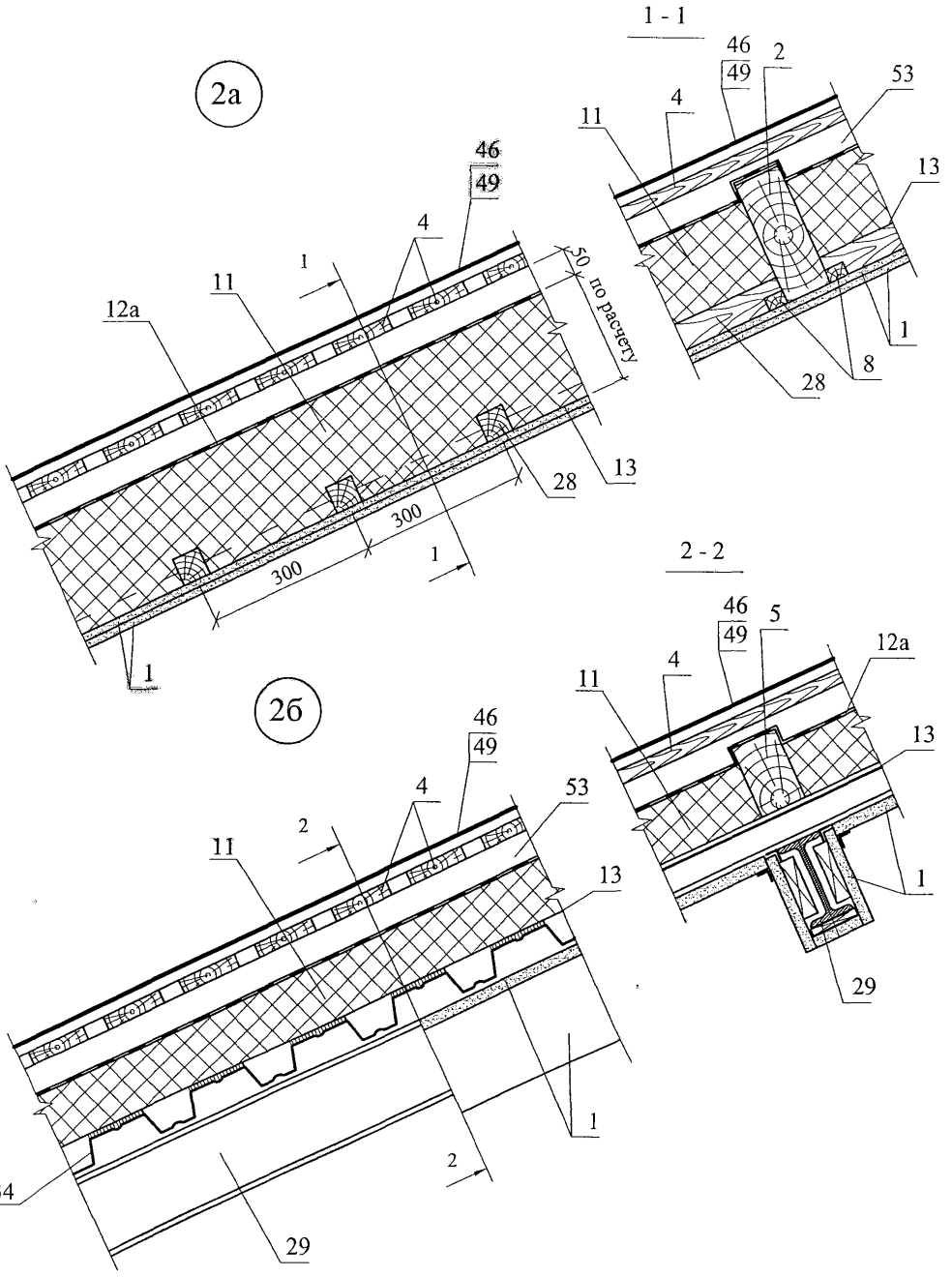
1б



1в

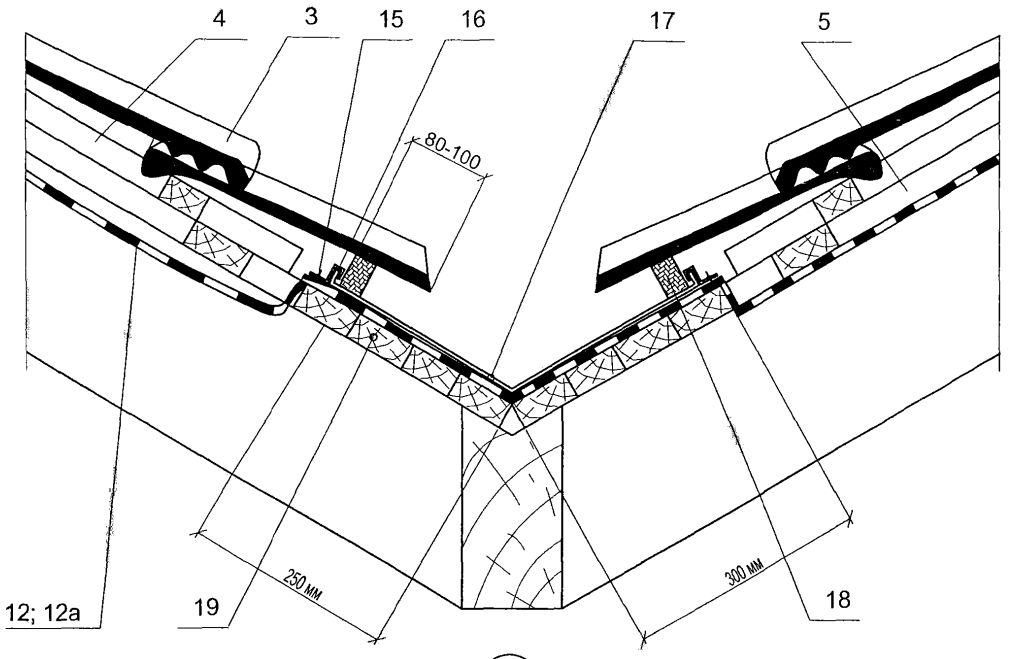


Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ООО "Гекса - нетканые материалы" М24.09/06 — 4.6	Лист 6

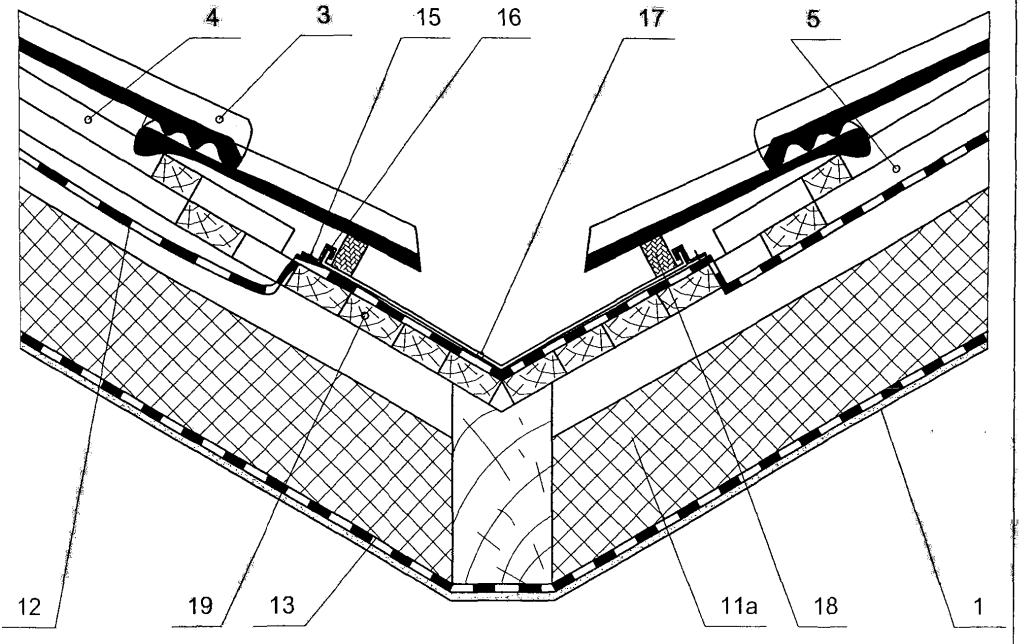


Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ООО "Гекса - нетканые материалы" М24.09/06 — 4.7	Лист 7

3а

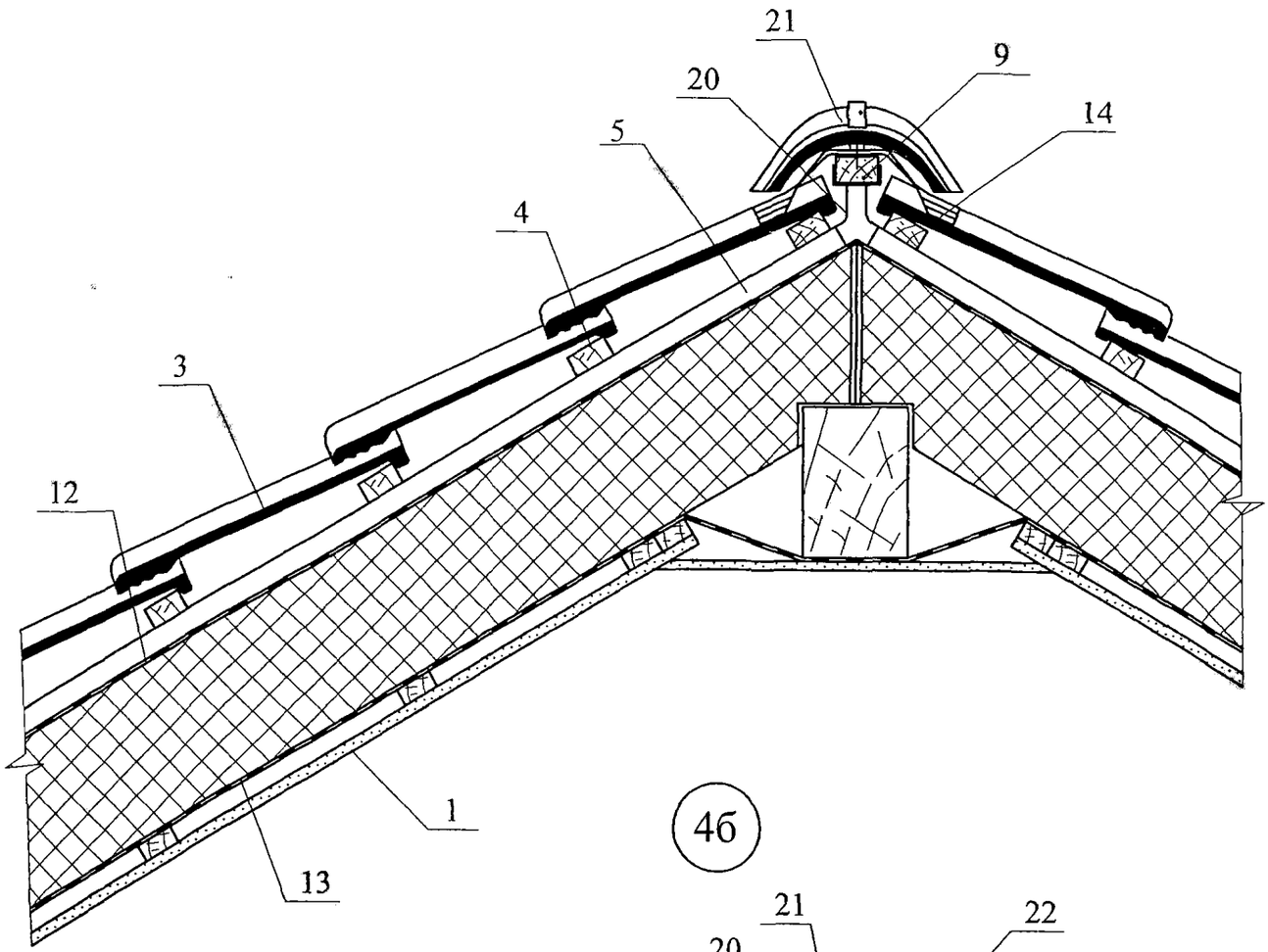


3б

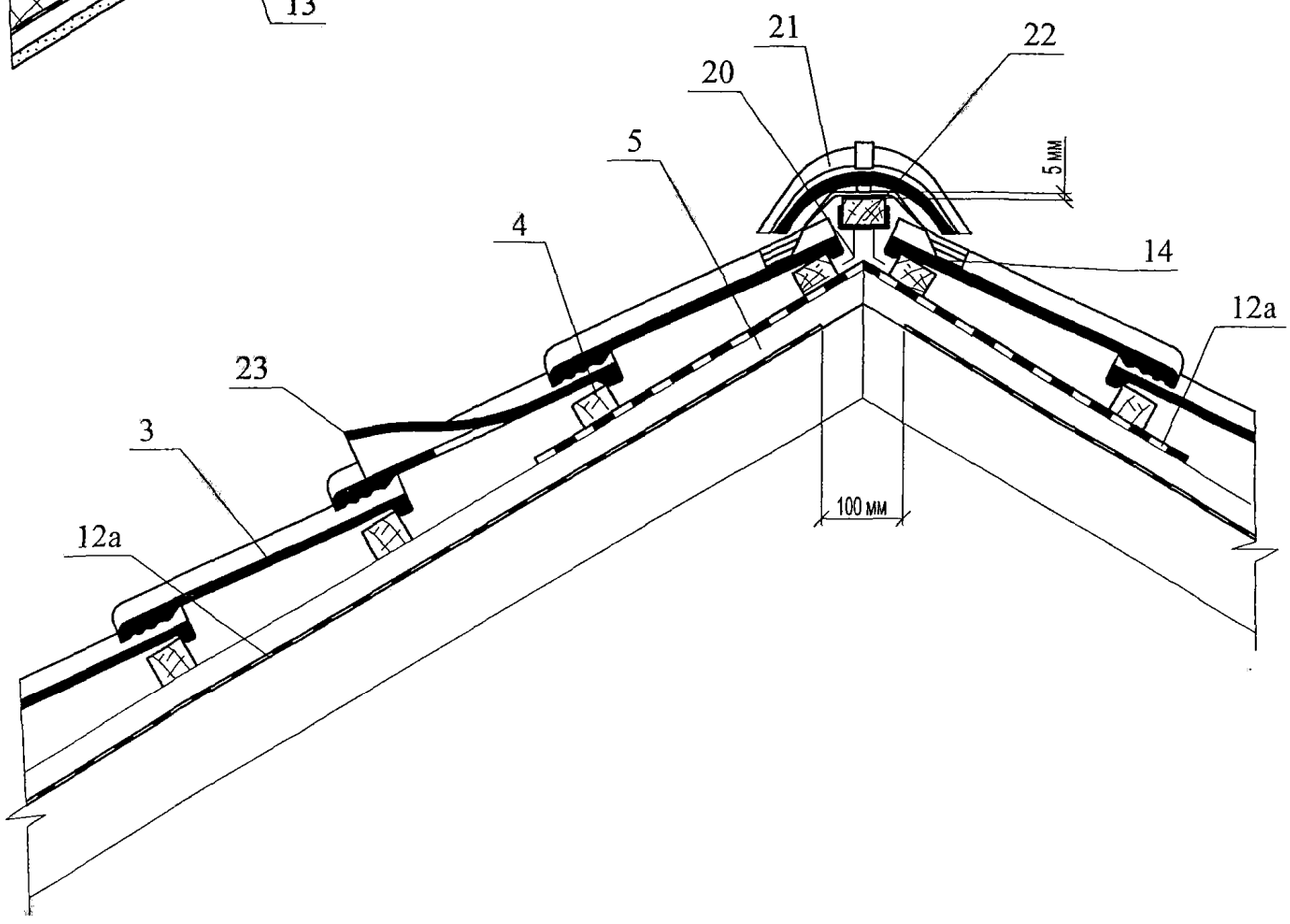


Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ООО "Гекса - нетканые материалы" М24.09/06 — 4.8	Лист 8

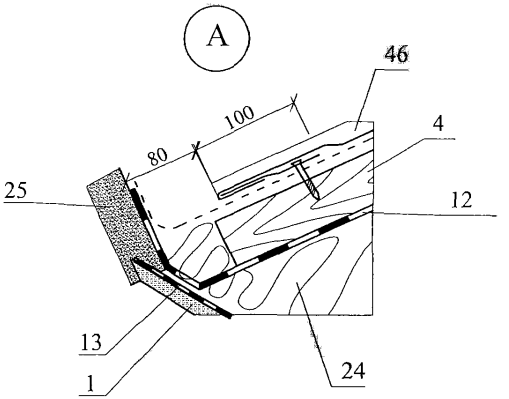
4а



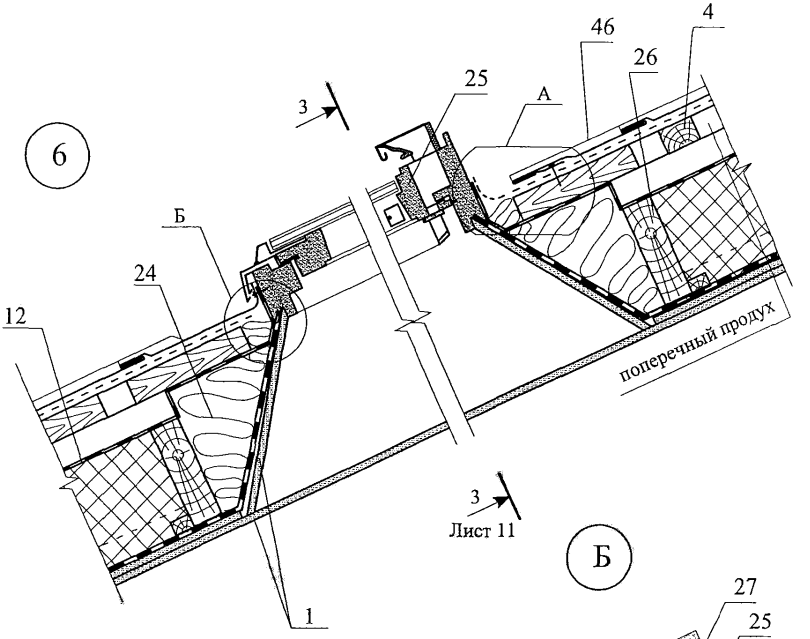
4б

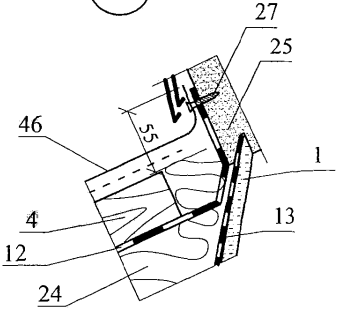


						ООО "Гекса - нетканые материалы"	Лист
						М24.09/06 — 4.9	9
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

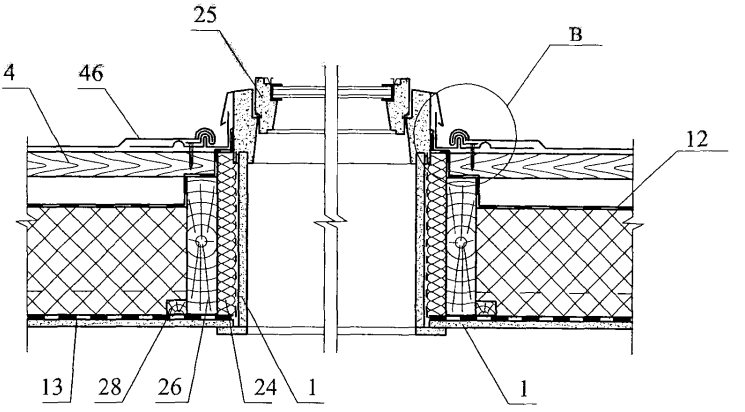

А
46
100
80
4
25
12
13
1
24

5

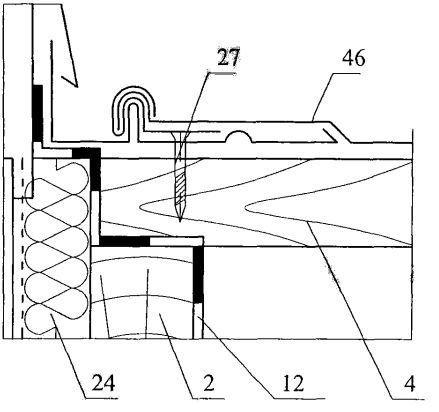

6
3
25
А
46
26
4
Б
24
12
поперечный продух
3
Лист 11
1


Б
27
25
46
55
1
4
13
12
24

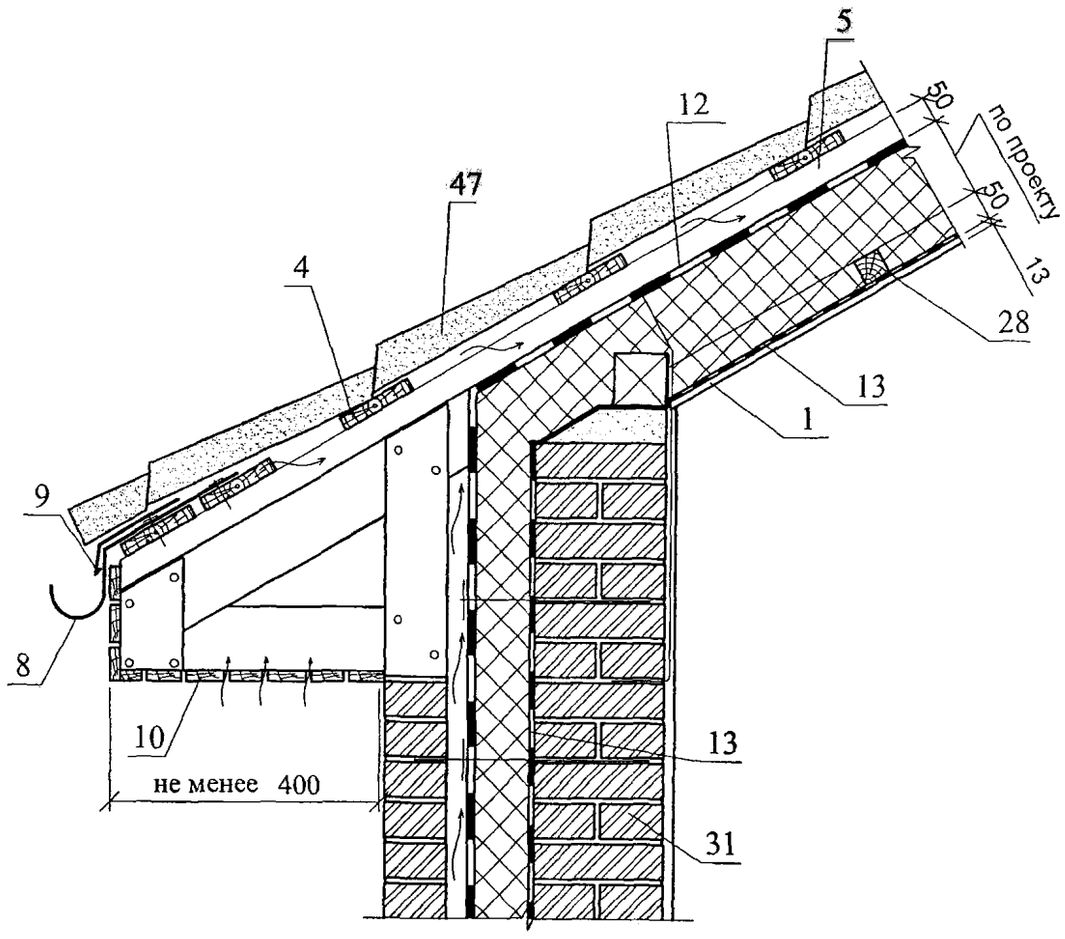
3 - 3



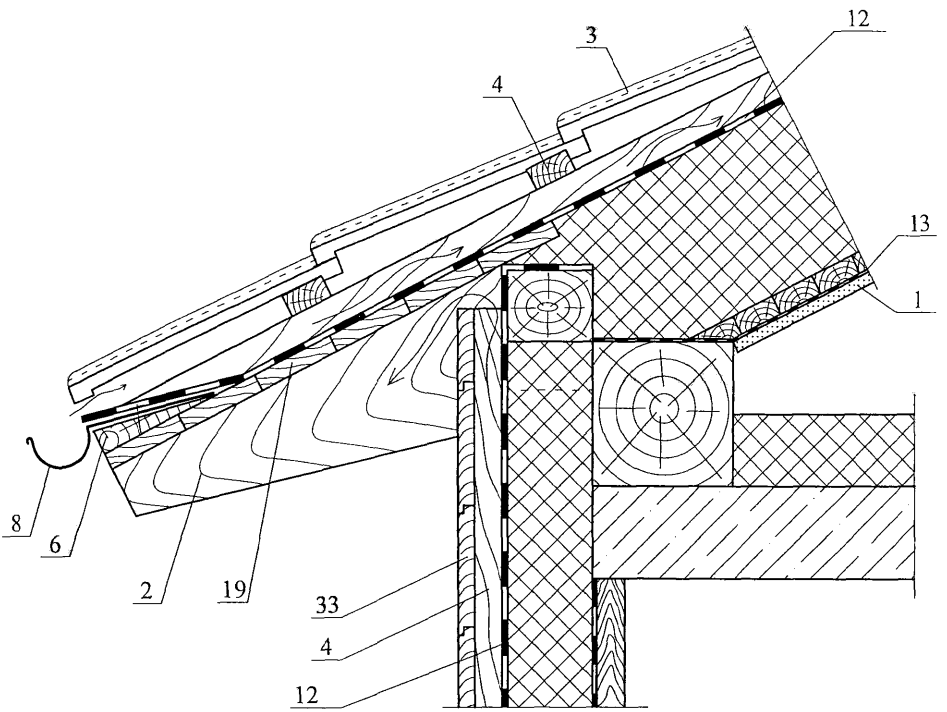
В



7а

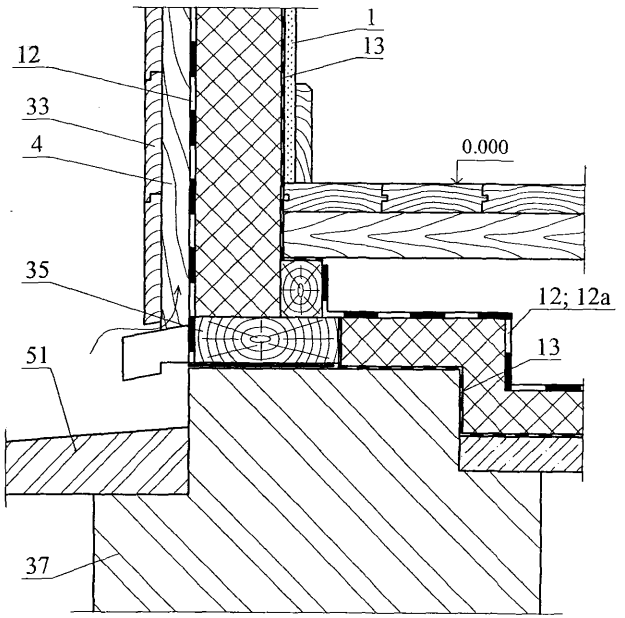


7б

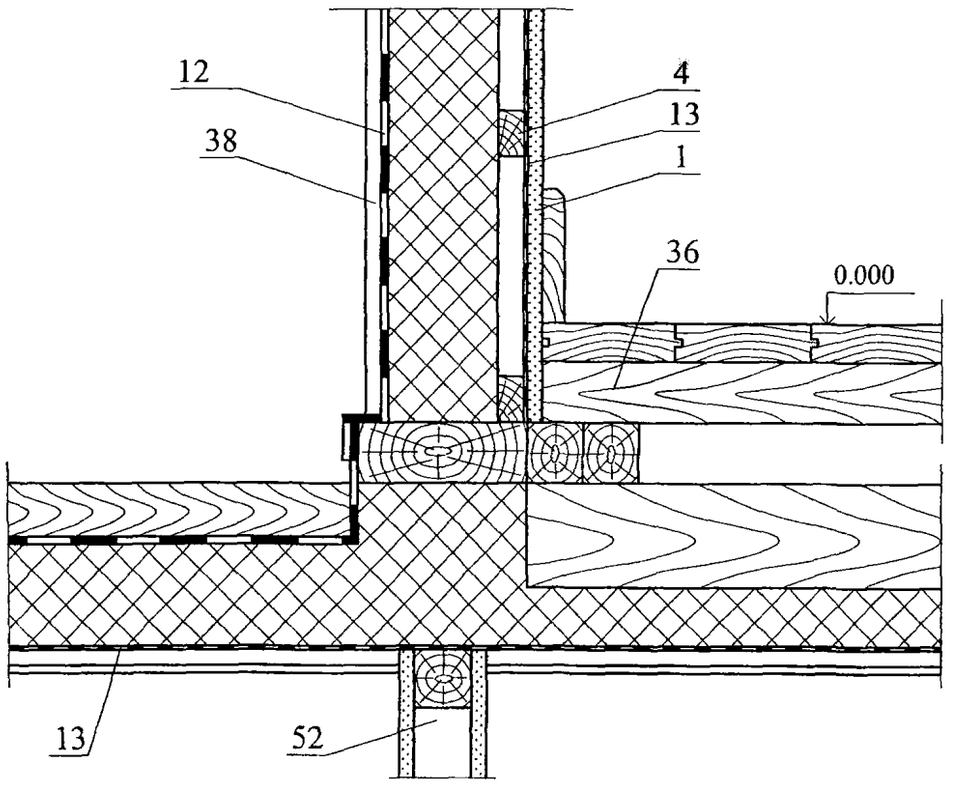


						ООО "Гекса - нетканые материалы"	Лист
						М24.09/06 — 4.13	13
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		

8

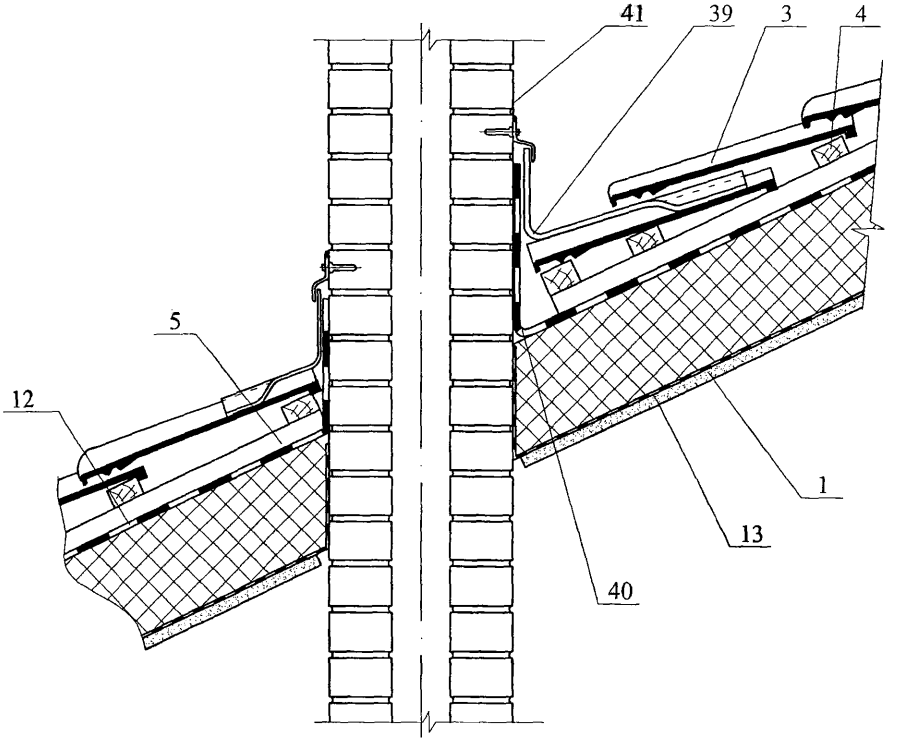


9

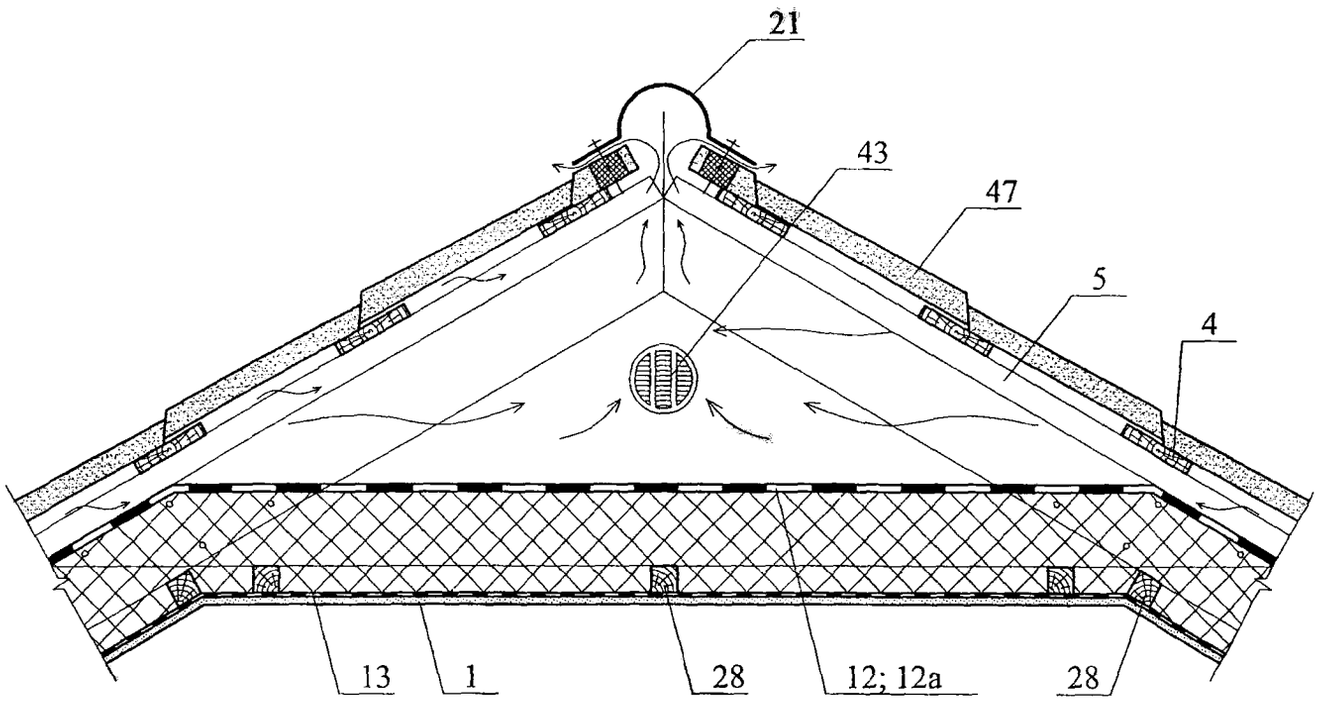


Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	ООО "Гекса - нетканые материалы" М24.09/06 — 4.15	Лист 15

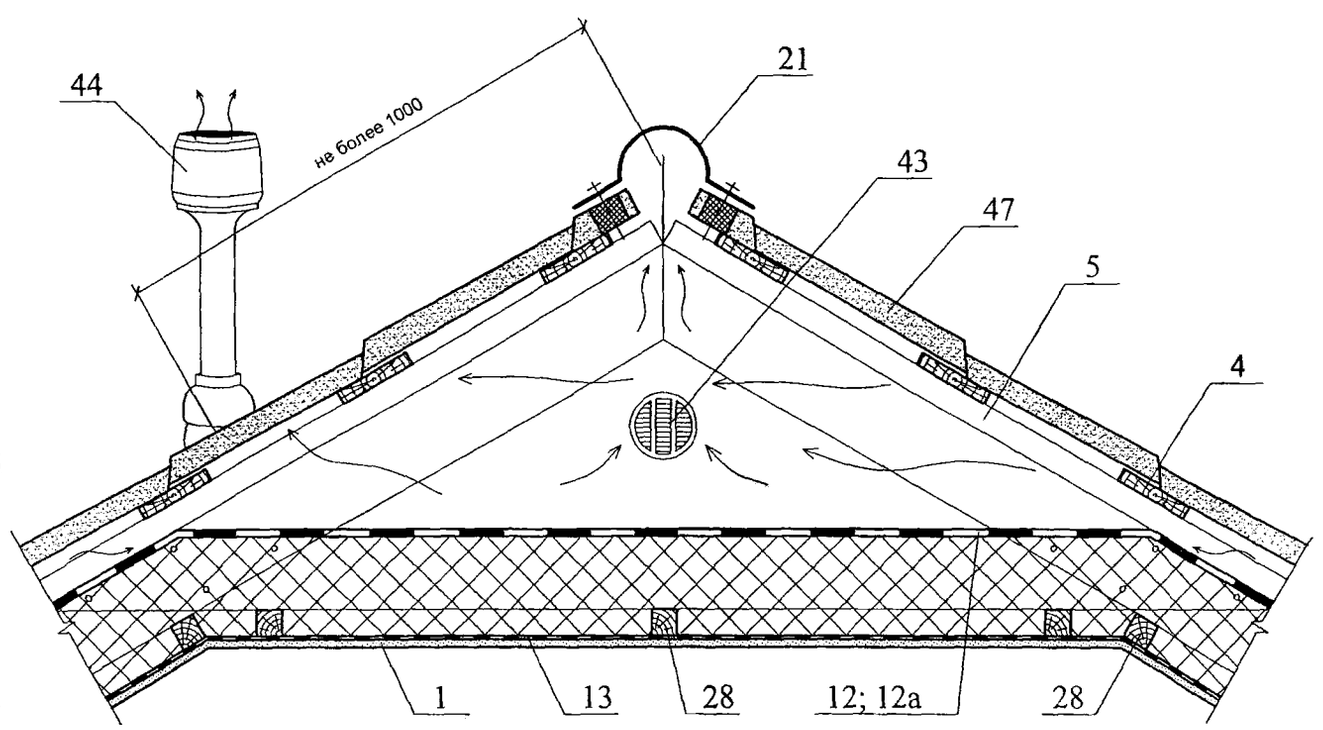
10



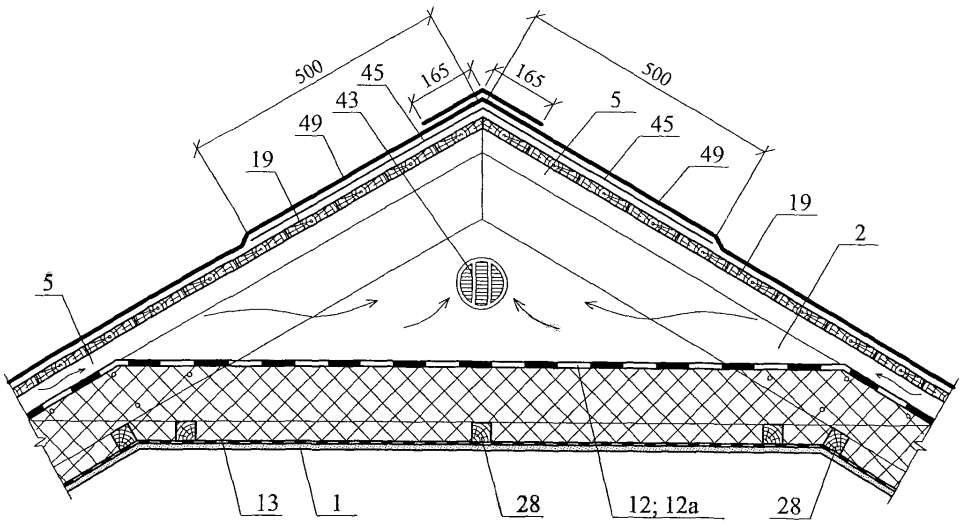
11а


21
43
47
5
4
13
1
28
12; 12а
28

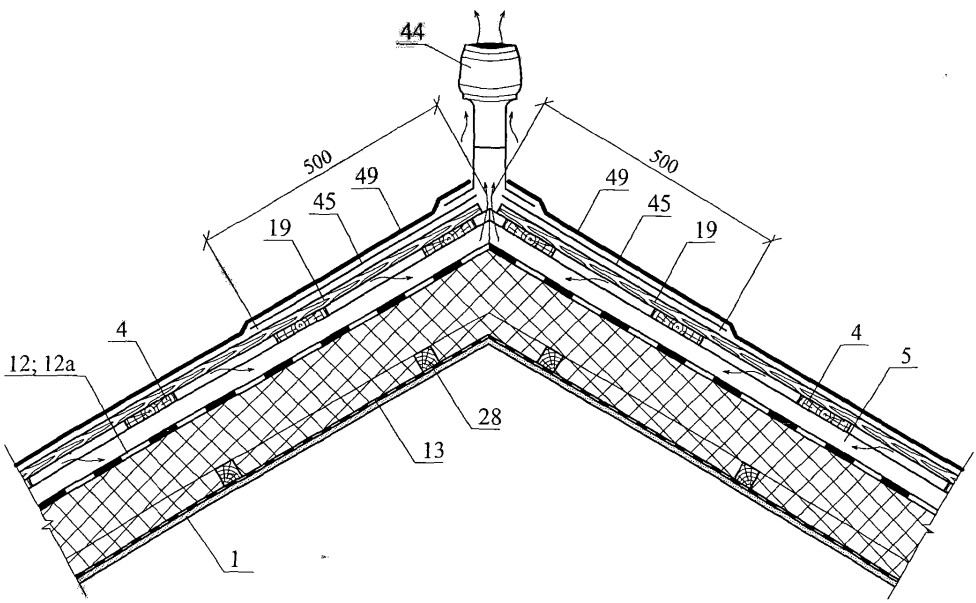
11б


44
не более 1000
21
43
47
5
4
1
13
28
12; 12а
28

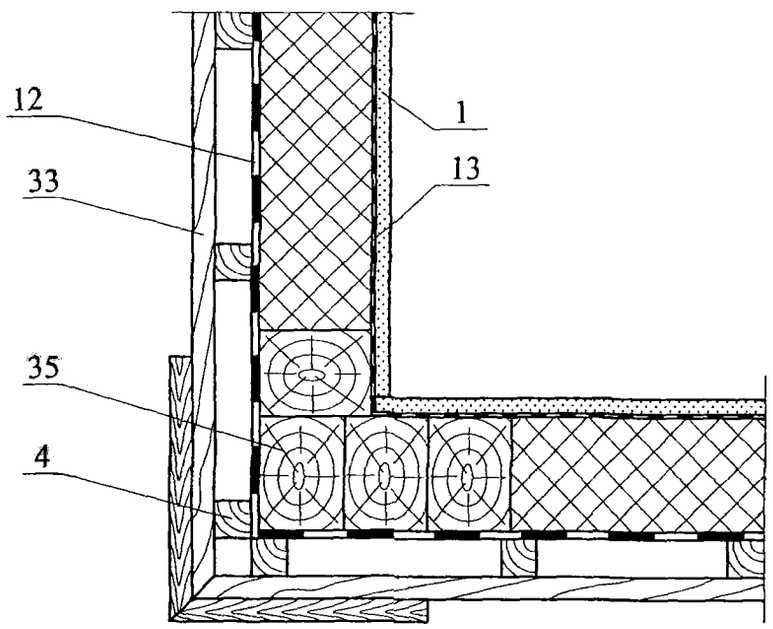
11в


500
45
165
165
500
43
49
5
45
49
19
19
2
5
13
1
28
12; 12а
28

11г


44
500
49
45
19
49
45
19
4
4
5
12; 12а
28
13
1

12



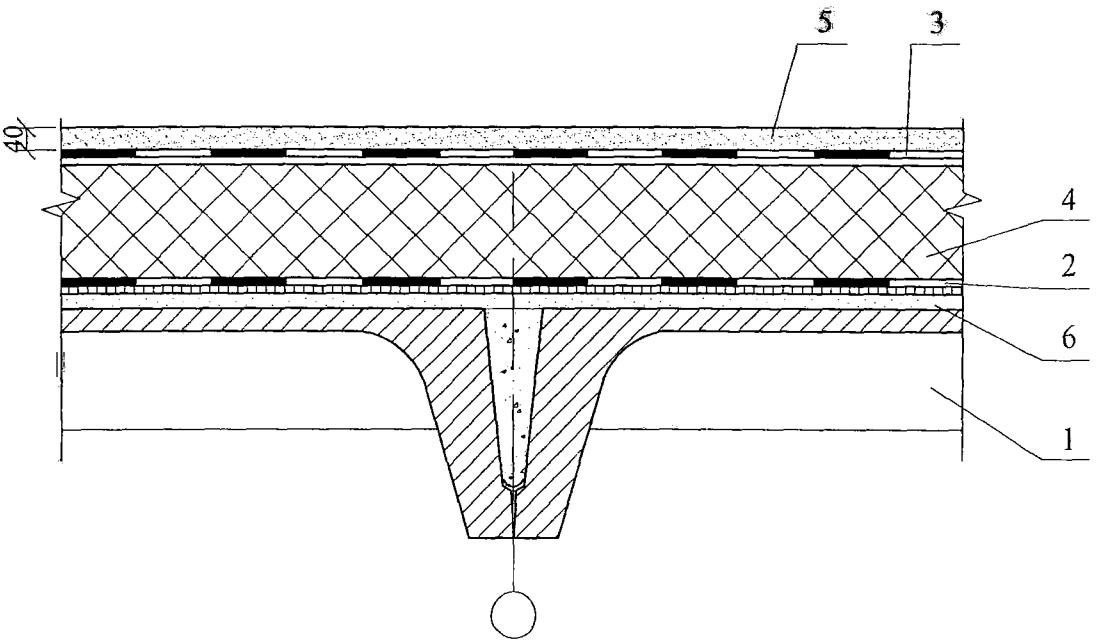
РАЗДЕЛ 5

ЧЕРДАЧНЫЕ ПЕРЕКРЫТИЯ

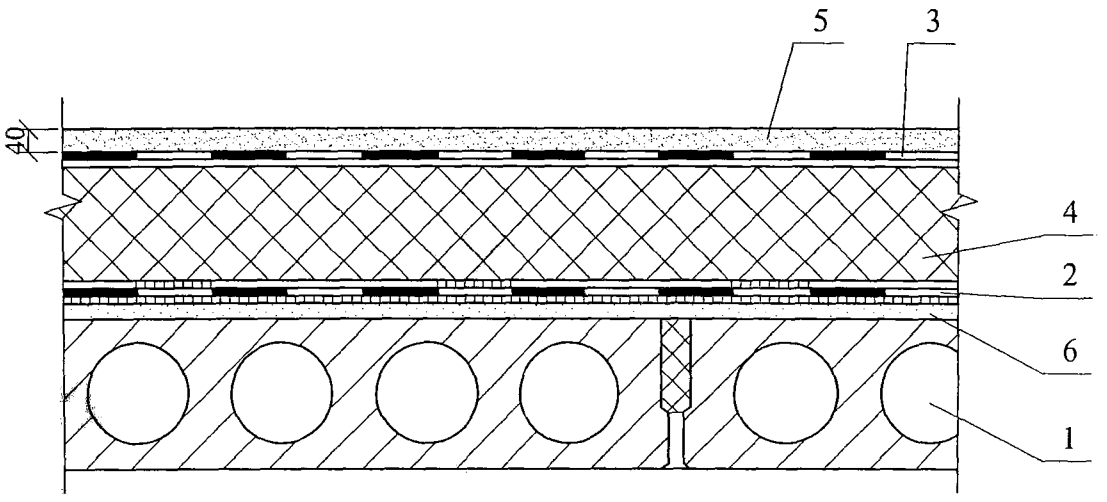
№ поз.	Наименование	№ поз.	Наименование
1	Железобетонная плита перекрытия	6	Выравнивающая стяжка
2	Пароизоляция «ИЗОСПАН» марок «ИЗОСПАН B», «ИЗОСПАН C», «ИЗОСПАН FS», «ИЗОСПАН FD», «ИЗОСПАН FX» или «ИЗОСПАН D»	7	Деревянная балка перекрытия
3	Слой «ИЗОСПАН D»	8	Деревянный щит
4	Минераловатные или стекловатные плиты	9	Цементно-стружечная плита, $\delta = 20$ мм
5	Армированная цементно-песчаная стяжка	10	Штукатурка

						ООО «Гекса – нетканые материалы» М24.09/06-5.0		
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата			
Зам. ген. Дир.		Гликин				Экспликация материалов и деталей к узлам чердачных перекрытий	Стадия	Лист	Листов
Рук. отд.		Воронин					МП	1	1
С.н.с.		Пешкова					ОАО ЦНИИПРОМЗДАНИЙ г. Москва. 2006 г.		

1



2



Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Зам. ген. дир.		Гликин			
Рук. отд.		Воронин			
С.н.с.		Пешкова			

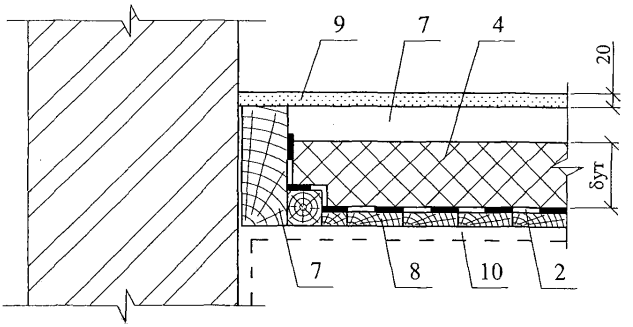
ООО "Гекса - нетканые материалы"
М24.09/06 — 5.1

Чердачные перекрытия
Узел 1 - 4

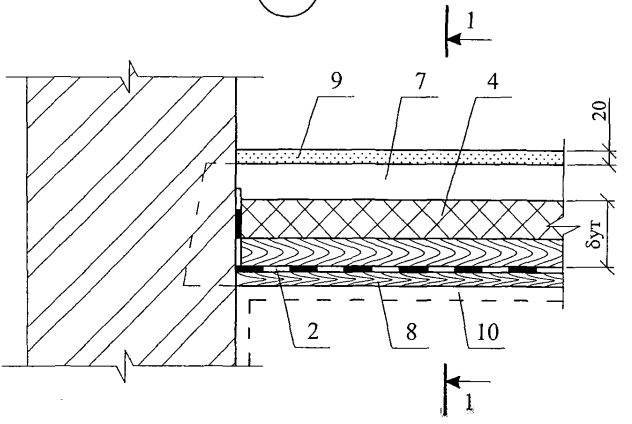
Стадия	Лист	Листов
МП	1	2

ОАО ЦНИИПРОМЗДАНИЙ
г. Москва 2006 г.

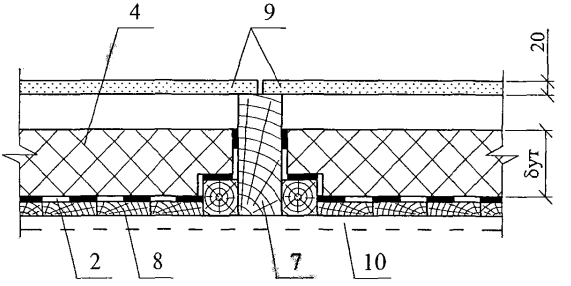
3



4



1 - 1

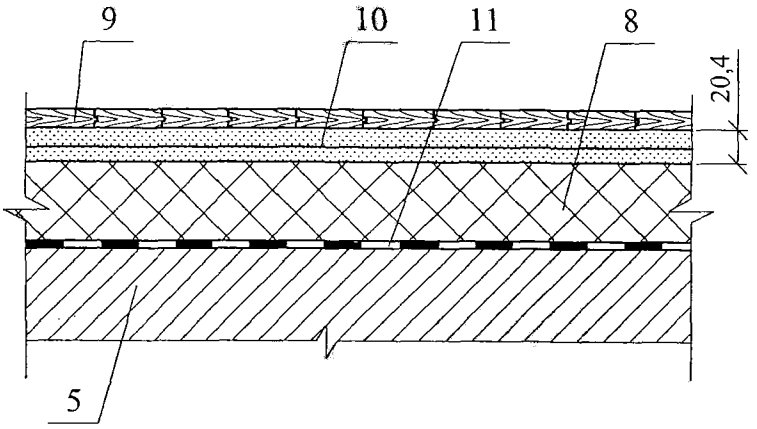


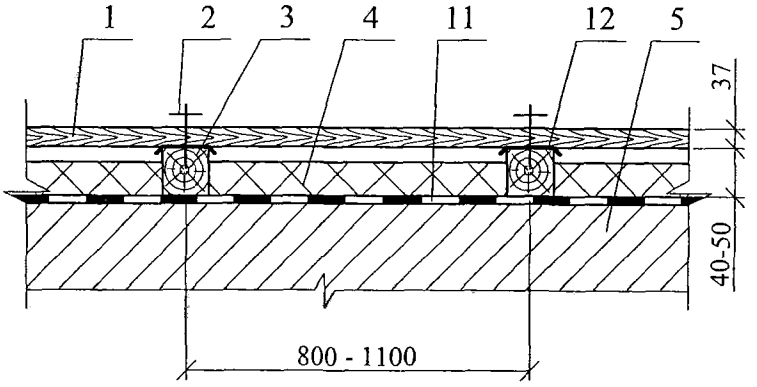
РАЗДЕЛ 6

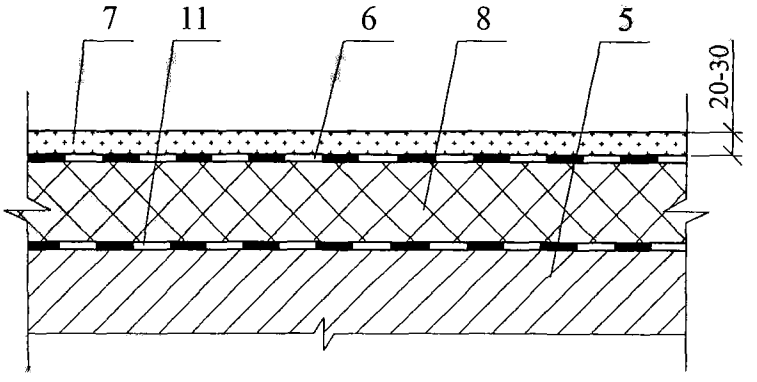
ПОЛЫ

№ поз.	Наименование	№ поз.	Наименование
1	Дощатое покрытие пола	7	Мозаично-бетонное покрытие пола
2	Гвозди	8	Звукоизоляция из минераловатных плит
3	Лага	9	Покрытие пола паркетное
4	Звукоизоляция из минераловатных плит	10	Сборная стяжка из ГВЛ
5	Железобетонное перекрытие	11	Пароизоляция «ИЗОСПАН» марок «ИЗОСПАН B», «ИЗОСПАН C», «ИЗОСПАН D», «ИЗОСПАН FS», «ИЗОСПАН FD» или «ИЗОСПАН FX»
6	Гидроизоляция «ИЗОСПАН» марок «ИЗОСПАН C», «ИЗОСПАН D», «ИЗОСПАН FS», «ИЗОСПАН FD», «ИЗОСПАН FX» или «ИЗОСПАН B»	12	Звукоизоляционная лента

						ООО «Гекса – нетканые материалы» **М24.09/06-6.0**	
Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		
Зам. ген. Дир.		Гликин				Экспликация материалов и деталей к узлам полов	Стадия: МП; Лист: 1; Листов: 1
Рук. отд.		Воронин					**ОАО ЦНИИПРОМЗДАНИЙ** **г. Москва. 2006 г.**
С.н.с.		Пешкова					







						ООО "Гекса - нетканые материалы" М24.09/06 — 6.1	
Изм.	Кол. уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата		
Зам. ген. дир.		Гликин				Полы	Стадия: МП; Лист: 1; Листов: 1
Рук. отд.		Воронин					
С.н.с.		Пешкова					ОАО ЦНИИПРОМЗДАНИЙ г. Москва 2006 г.

ПРИЛОЖЕНИЯ

РАСЧЕТ ПРИВЕДЕННОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ТЕПЛОПЕРЕДАЧЕ И ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА МНОГОСЛОЙНЫХ КОНСТРУКЦИЙ СТЕН С ВЕНТИЛИРУЕМОЙ ВОЗДУШНОЙ ПРОСЛОЙКОЙ

Устройство защитного экрана с вентилируемой воздушной прослойкой в многослойной конструкции стены способствует уменьшению начальной влажности эффективной теплоизоляции, в летний период снижает теплопоступления через стены, а зимой – способствуют удалению парообразной влаги, проникающей в стену из помещения.

Наличие вентилируемой воздушной прослойки благоприятно сказывается на влажностном состоянии стены и поэтому наиболее эффективно применять такие конструкции стен в зданиях с повышенной влажностью воздуха в помещении.

При проектировании таких стен необходимо выявить зависимость между сопротивлением паропроницанию внутренней части ограждающей конструкции со слоем эффективной теплоизоляции и требуемой толщиной воздушной прослойки из условия обеспечения нормального влажностного режима стен в зимний период эксплуатации.

Влажностное состояние многослойных конструкций стен с эффективной теплоизоляцией и вентилируемой воздушной прослойкой зависит от их конструктивного решения. При этом необходимо учитывать значение коэффициентов паропроницаемости теплоизоляционного и конструкционного слоя. Рекомендуется, чтобы конструктивный слой был выполнен из материала с сопротивлением паропроницанию не менее 2 ($м^2 \cdot ч \cdot Па$)/мг и при этом отношение коэффициентов паропроницания материалов утеплителя и конструкционного слоя было не менее 3:1.

Расчет многослойных конструкций стен со слоем эффективной теплоизоляции и вентилируемой воздушной прослойкой включает:

- определение необходимой толщины теплоизоляционного слоя из условий невыпадения конденсата на внутренней поверхности ограждения и энергосбережения;
- определение параметров воздушной прослойки, обеспечивающих нормальный температурно-влажностный режим стенового ограждения.

Термическое сопротивление слоя эффективного утеплителя за исключением случаев, когда экран выполнен из тонкой (20 – 30 мм) панели «Сэндвич», следует определять без учета теплоизолирующих качеств экрана, а так как прослойка вентилируемая, необходимо ввести коэффициент 0,5 к величине термического сопротивления замкнутой воздушной прослойки.

Требуемое значение $R_{ут}$ определяют по формуле:

$$R_{ут} = R^{o}_{тр} - R_1 - \frac{1}{\alpha_в} - \frac{1}{\alpha_н} - 0{,}5 \cdot R_{в.п.} \quad (1)$$

где: $R^{o}_{тр}$ - приведенное сопротивление теплопередаче, ($м^2 \cdot {}^{o}C$)/Вт, принимаемое по табл. 4 СНиП 23-02-2003;

R_1 - термическое сопротивление конструкционного слоя стены, (м^2·°С)/Вт;

$R_{в.п.}$ - термическое сопротивление замкнутой воздушной прослойки.

Влияние теплопроводных включений в виде металлических кронштейнов на снижение величины приведенного сопротивления теплопередаче учитывается коэффициентом теплотехнической однородности, значение которого в зависимости от коэффициента теплопроводности и толщины слоя теплоизоляции с несущей частью стены из кирпичной кладки или железобетона при количестве кронштейнов 1,75 мг/м^2 определяется по графикам (рис. 1; 2; 3).

При другом количестве кронштейнов на 1 м^2 стены значения, полученные по графикам пересчитываются по формуле:

$$r_n = 1{,}021 \cdot \left[1 - \frac{1 - 0{,}98 \cdot \left(r - \frac{0{,}1}{R_o}\right)}{1{,}75} \cdot n_к\right] + \frac{0{,}1}{R_o} \quad (2)$$

где: $n_к$ - количество кронштейнов на 1 м^2 стены;

R_o - сопротивление теплопередаче стены по глади;

R_o - сопротивление теплопередаче стены без учета воздушной прослойки, (м^2·С)/Вт;

r' - коэффициент теплотехнической однородности, определяемый по графикам (см. рис. 1; 2 и 3).

Принятая толщина слоя эффективного утеплителя должна быть не менее величины, найденной из условия, при котором температура на границе утеплителя с конструкционным слоем не будет ниже – 5 °С.

$$R_{ут}^{рас} = \frac{t_в \cdot t_н}{t_в - (-5)} \cdot \left(R_1 + \frac{1}{\alpha_в}\right) - \left(R_1 + \frac{1}{\alpha_в} + \frac{1}{\alpha_{пр}}\right) \quad (3)$$

где: $\alpha_{пр}$ - коэффициент теплоотдачи поверхности воздушной прослойки, принимаемый равным 10,0 Вт/(м^2·°С).

Целью аэродинамического расчета является определение давления в воздушной прослойке, обусловленного гравитационными силами и ветровой нагрузкой, а также скорости движения воздуха в воздушной прослойке с учетом потерь на местные сопротивления.

Естественная вентиляция имеет место, если воздушная прослойка образована сплошным экраном, в качестве которого, например, используется профилированный металлический лист, металлические кассеты и другие изделия, при которых исключаются горизонтальные и вертикальные зазоры между отдельными элементами экрана. При использовании экранов из отдельных облицовочных изделий, таких как асбестоцементные, цементно-волокнистые плоские листы, плиты керамогранита и т.п. элементов, между ними

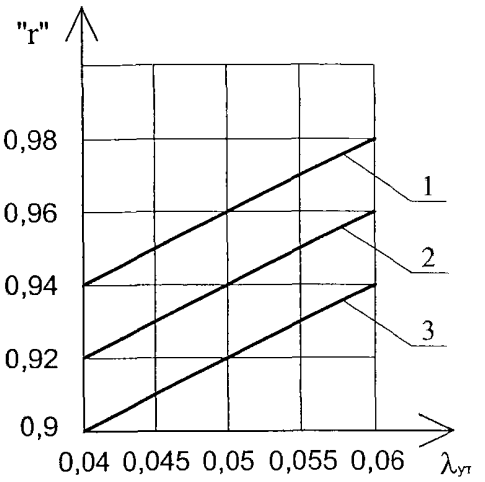


Рис.1 Зависимость r = f ($\lambda_{ут}$, $\delta_{ут}$) для стены с вентилируемой воздушной прослойкой при несущей части из кирпичной кладки с $\lambda_{кл}$ = 0,52 - 0,92 Вт/(м °С) с толщиной 250 мм, количество кронштейнов 1,75/м^2 и толщине теплоизоляции 100 мм (1), 150 мм (2) и 200 мм (3).
При толщине несущей части стены 380 и 510 мм данные, полученные по графикам умножить соответственно на 1,01 и 1,02

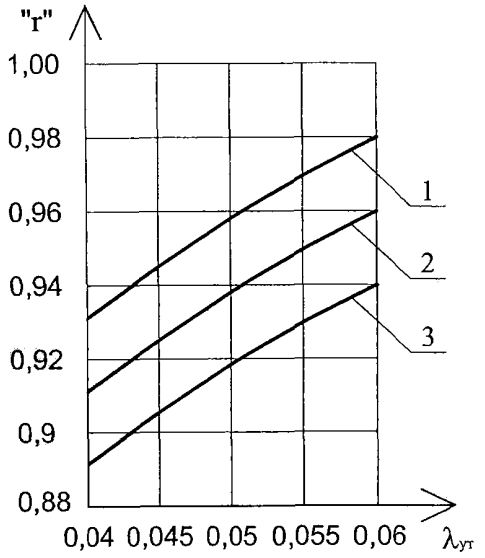


Рис. 2 Зависимость r = f ($\lambda_{ут}$, $\delta_{ут}$) для стены с вентилируемой воздушной прослойкой, несущей частью толщиной 200 мм из материала с λ = 1,35 – 2,15 Вт/(м °С), количество кронштейнов 1,75/м^2 и толщине теплоизоляции 100 мм (1), 150 мм (2) и 200 мм (3).

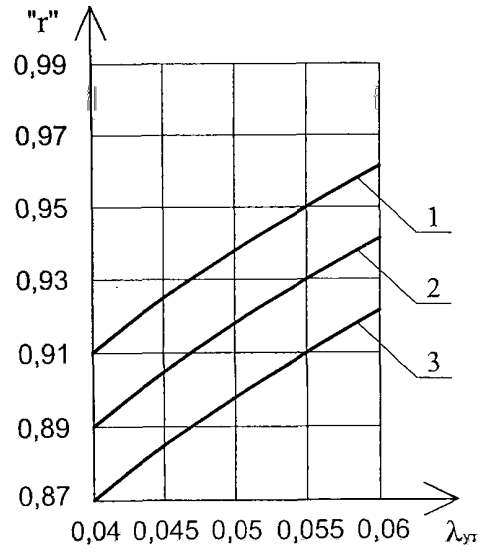


Рис. 3 Зависимость r = f ($\lambda_{ут}$, $\delta_{ут}$) для стены с вентилируемой воздушной прослойкой, несущей частью толщиной 300 мм из материала с λ = 1,35 – 2,15 Вт/(м °С), количество кронштейнов 1,75/м^2 и толщине теплоизоляции 100 мм (1), 150 мм (2) и 200 мм (3).

предусматриваются зазоры для возможности восприятия ими температурных и других деформаций.

В этих случаях воздушная прослойка продувается наружным воздухом через горизонтальные и вертикальные зазоры между облицовочными элементами экрана. И поэтому, строго говоря, нельзя рассматривать такую воздушную прослойку с естественной вентиляцией по высоте стены, вызываемой гравитационным и ветровым давлением, в связи с тем, что один и тот же зазор является и местом входа и выхода воздуха.

Такие воздушные прослойки рассматривать непрерывными по высоте можно с определенной степенью условности.

Характер вентиляции воздушной прослойки в пределах высоты облицовочной плиты экрана достаточно сложен, характеризуется турбулентным движением воздуха в ней и поэтому может описан зависимостями, справедливыми для непрерывной по высоте вентилируемой прослойки только с некоторой степенью достоверности.

Движение воздуха в воздушной прослойке происходит под действием гравитационного и ветрового давлений.

$$P = P_\gamma + P_B \quad (4)$$

Гравитационное давление кг/м^2 определяется по формуле:

$$P_\gamma = H \cdot \left(\gamma_н - \gamma_{пр}\right) \quad (5)$$

где: H - высота вентилируемой части стены, м;

$\gamma_н$, $\gamma_{пр}$ - соответственно плотность воздуха снаружи и внутри прослойки, кг/м^3.

Ориентировочно величину P_γ можно принять:

$$P_\gamma \approx 4 \cdot 10^{-3} \cdot \left(t_{ср} - t_н\right) \cdot H \quad (6)$$

где: $t_{ср}$ - средняя температура воздуха в прослойке, °С;

$t_н$ - температура наружного воздуха, °С.

Средняя температура воздуха в вентилируемой прослойке может быть определена по формуле:

$$t_{ср} = \frac{\dfrac{A \cdot H}{k_в + k_н} + \dfrac{\left[t_н \cdot \left(k_в + k_н\right) - A\right] \cdot W \cdot C}{\left(k_в + k_н\right)^2} \cdot \left[1 - \exp\left(-\dfrac{k_в + k_н}{W \cdot C} \cdot H\right)\right]}{H} \quad (7)$$

где: $A = k_в \cdot t_в + k_н \cdot t_н$; (8)

$W = 3600 \cdot F \cdot V \cdot \gamma_{пр}$; (9)

V - скорость ветра в воздушной прослойке, м/с;

$t_в$ и $t_н$ - соответственно температура воздуха в помещении и наружного воздуха, °С;

$k_в$ и $k_н$ - коэффициенты теплопередачи внутренней и наружной частей стены (от воздушной прослойки до воздуха помещений и от воздушной прослойки до наружного воздуха), Вт/(м^2·°С);

F - площадь сечения воздушной прослойки шириной 1 м, м^2;

C - удельная теплопроводность воздуха, 0,001 Дж/(кг·°С);

W - количество воздуха, проходящее через сечение воздушной прослойки площадью F, кг/(м·ч).

Температура воздуха в любом сечении воздушной прослойки на расстоянии X от входа в прослойку определяется по формуле:

$$t_x = \frac{A + \left[t_н \cdot (k_в + k_н) - A\right] \cdot \exp\left(-\frac{k_в + k_н}{W \cdot C} \cdot X\right)}{k_в + k_н} \qquad (10)$$

При расчете $k_в$ и $k_н$ коэффициент теплообмена в воздушной прослойке $\alpha_{пр}$ находится по формуле:

$$\alpha_{пр} = \left(2{,}7 + 1{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot t\right) \cdot \left(\frac{V \cdot \gamma_{пр}}{d}\right)^{0,2} \qquad (11)$$

где: d - эквивалентный диаметр участка воздушной прослойки шириной 1 м, м.

Зависимость плотности воздуха, кг/м^3, от его температуры приближенно может быть представлена формулой:

$$\gamma = \frac{345}{273 + t} \qquad (12)$$

Ветровое давление определяется по формуле:

$$P_в = \left(k_1 - k_2\right) \cdot k_3 \cdot \frac{V_в^2}{2 \cdot q} \cdot \gamma_{пр} \qquad (13)$$

где: $V_в$ - скорость ветра, м/с;

k_1 и k_2 - аэродинамические коэффициенты на входе и выходе воздуха, в соответствии со СНиП 2.01.07-85;

k_1 - 0,8 для наветренных фасадов;

k_2 - определяется по таблице 1;

Значения коэффициента k_2

Таблица 1

L/B	H/B		
	0,5	1,0	2,0
≤ 1	- 0,4	- 0,5	- 0,6
≥ 2	- 0,5	- 0,6	- 0,6

H – высота здания до карниза, м;

L – длина фасада, перпендикулярного направлению ветра, м;

B – ширина здания в направлении ветра, м;

k_3 - коэффициент учета изменения ветровой нагрузки в зависимости от высоты здания и типа местности, определяемый по таблице 2.

Значения коэффициента k_3

Таблица 2

Тип местности	Высота, м, над поверхностью земли						
	10	20	40	60	100	200	350 и более
Открытая местность	1,0	1,25	1,55	1,75	2,1	2,6	3,1
Город с окраинами (местность, покрытая препятствиями 10 м)	0,65	0,9	1,2	1,45	1,8	2,45	3,1

q – ускорение силы тяжести, м/с^2.

Скорость воздуха в воздушной прослойке вычисляют по формуле:

$$V_{пр} = \sqrt{\frac{2 \cdot P \cdot g}{\gamma_{пр} \cdot \sum \xi}} \quad (14)$$

где: $\sum \xi$ - сумма аэродинамических местных сопротивления течению воздуха:

$$\sum \xi = \xi_{вх} + \xi_{пов} + \xi_{пов} + \xi_{вых} \quad (15)$$

где: $\xi_{вх}$, $\xi_{пов}$, $\xi_{вых}$ - значения аэродинамических местных сопротивлений в прослойке у входа, поворота и выхода в зависимости от принятой конструкции входных и выходных участков можно принять равными:

$$\xi_{вх} = 0{,}54\,;\ \xi_{пов} = 1 \div 1{,}5\,;\ \xi_{вых} = 0{,}5$$

Для прямых вертикальных воздушных прослоек минимальное и максимальное значение суммарного коэффициента местного сопротивления:

$$\sum \xi_{min} = 0{,}57 + 2 \cdot 1 + 0{,}5 = 3{,}07 \quad (16)$$

$$\sum \xi_{max} = 0{,}57 + 2 \cdot 1{,}5 + 0{,}5 = 4{,}07 \quad (17)$$

При расположении приточных и вытяжных отверстий воздушной прослойки на одной стороне здания формула для определения скорости воздуха в ней имеет вид:

$$V_{пр} = \sqrt{\frac{0{,}08 \cdot H \cdot \left(t_{пр} - t_{н}\right)}{\sum \xi}} \quad (18)$$

Установлено, что ветер практически при всех возможных ориентациях и конфигурациях зданий увеличивает воздухообмен в прослойке, в связи с чем в теплотехническом расчете следует учитывать минимальную скорость движения воздуха в прослойке, вызываемую только гравитационным напором без влияния ветра.

Для надежной вентиляции воздушной прослойки минимальная скорость воздуха в ней должна быть не ниже 0,2 м/с. В противном случае следует понизить сопротивление на входе и выходе, например, за счет увеличения размеров отверстий.

Минимальная ширина входного и выходного отверстия должна быть не менее 0,04 м.

Скорость движения воздуха в вентилируемой воздушной прослойке определяют методом итерации при совместном решении уравнений (7 и 14). Предварительно приняв температуру воздуха в прослойке равной 0,8 $t_н$ при $\alpha_{пр} = 10$ Вт/(м$^2 \cdot$ °С), вычисляют скорость движения воздуха по формуле (18), после чего находят среднюю температуру воздуха в прослойке, соответствующую этой скорости по формуле.

Допустимая разница между предыдущим и последующим значениями скорости должна быть в пределах 5 %.

Упругость водяного пара воздуха, выходящего из прослойки, вычисляют по формуле:

$$e = \frac{A' + \left[e_н \cdot (\mu_в + \mu_н) - A'\right] \cdot exp\left(-\frac{\mu_в + \mu_н}{W' \cdot \mu_н} \cdot H\right)}{\mu_в + \mu_н} \qquad (19)$$

где: $A' = \mu_в \cdot e_в + \mu_н \cdot e_н$; (20)

$W' = 3600 \cdot F \cdot V$; (21)

$$B = \frac{1{,}058}{1 + \frac{t}{273}}; \qquad (22)$$

$e_в$ и $e_н$ - соответственно упругость водяного пара воздуха помещения и наружного воздуха, Па;

$\mu_в$ и $\mu_н$ - соответственно коэффициенты паропроницания внутренней и наружной части стены, мг/(м·ч·Па);

Н – высота вентилируемого участка стены, м;

W' - количество воздуха, м^3, проходящее через сечение воздушной прослойки площадью F за 1 ч.

Температура внутренней поверхности экрана у входа воздуха в прослойку, °С, находим по формуле:

$$\tau^{в}_{пр} = t^{ср}_{пр} - \frac{\left(t^{ср}_{пр} - t_н\right)}{k_н \cdot \alpha_{пр}} \qquad (23)$$

Максимальная упругость водяного пара, Па, у внутренней поверхности экрана в месте выхода воздуха из прослойки можно определить по следующим формулам:

для $t_э$ от 0 ° до + 20 °С

$$E = 610{,}6 \cdot exp\left(0.0726 \cdot t_э - 0{,}276 \cdot 10^{-3} \cdot t_э^2\right) \qquad (23)$$

для $t_э$ от 0 ° до – 20 °С

$$E = 610{,}6 \cdot exp\left(0.082 \cdot t_э - 0{,}35 \cdot 10^{-3} \cdot t_э^2\right) \qquad (24)$$

для $t_э$ от– 21 °С до – 45 °С

$$E = 610{,}6 \cdot exp\left(0.082 \cdot t_э - 0{,}4335 \cdot 10^{-3} \cdot t_э^2\right) \qquad (25)$$

При соблюдении условия $e \le E_в$ отсутствует конденсация влаги на внутренней поверхности экрана стены с вентилируемой воздушной прослойкой.

В многослойных конструкциях с вентилируемой прослойкой необходимо обеспечивать гидро- ветрозащиту эффективной теплоизоляции паропроницаемыми материалами типа «ИЗОСПАН А», «ИЗОСПАН АМ» и «ИЗОСПАН AS» во избежание повышения коэффициента теплопроводности ее вызываемой инфильтрацией воздуха.

Величина коэффициента теплопередачи ограждающей конструкции с учетом инфильтрации воздуха определяется по формуле:

$$K = \frac{c \cdot W \cdot e^{c \cdot W \cdot R_o}}{e^{c \cdot W \cdot R_o} - 1} \qquad (26)$$

где: c - теплоемкость воздуха, принимаемая равной 0,001 Дж/кг·°С;

R_o - сопротивление теплопередаче ограждающей конструкции, (м^2·°С)/Вт;

W - количество воздуха, которое будет проникать в ограждение при отсутствии ветрозащиты, кг/(м^2·ч), определяемое по формуле:

$$W = \frac{\Delta P}{\sum R_и} \qquad (27)$$

где: ΔP - разность давлений воздуха со стороны воздушной прослойки и помещения, Па;

$\sum R_и$ - сумма сопротивлений воздухопроницанию всех слоев ограждающей конструкции, (м^2·ч·Па)/кг;

Сопротивление воздухопроницанию материалов вычисляется по формуле:

$$R_и = \frac{\delta}{i} \qquad (28)$$

где: δ - толщина слоя, м;

i - коэффициент воздухопроницаемости материала, кг/(м·ч·Па).

При совместном учете действия ветра и разности температур величина суммарного давления, Па может быть определена по приближенной формуле:

$$\Delta P = -7{,}84 \cdot \left[\pm \left(\gamma_{пр} - \gamma_{в}\right) \cdot H \pm \left(k_1 - k_2\right) \cdot k_3 \cdot \frac{\left(V_{в} \cdot n\right)^2 \cdot \gamma_{пр}}{2 \cdot q} \right] \quad (29)$$

где: $V_{в}$ - расчетная скорость ветра, м/с;

H - расстояние по вертикали от середины этажа до нейтральной зоны, м. Положение нейтральной зоны принимается на расстоянии 0,7 высоты здания от уровня земли.

n - коэффициент, учитывающий несовпадение во времени расчетной скорости ветра и средней температуры воздуха в прослойке, принимаемый равным 0,6;

$\gamma_{пр}$ - плотность воздуха в воздушной прослойке, кг/м^3.

Температура в рассматриваемой плоскости ограждения при отсутствии ветрозащиты теплоизоляционного слоя находится по формуле:

$$\tau_x = t_{пр} + \left(t_{в} - t_{пр}\right) \cdot \frac{e^{c \cdot W \cdot R_x} - 1}{e^{c \cdot W \cdot R_o} - 1} \quad (30)$$

где: $t_{пр}$ - средняя температура воздуха в воздушной прослойке, °С.

ПРИМЕР 1: Рассчитать теплотехнические параметры многослойной стены с вентилируемой воздушной прослойкой административного здания.

Несущая часть стены – кирпичная кладка толщиной 510 мм с $\lambda_{кл}$ = 0,87 (м·°С)/Вт, оштукатуренная слоем толщиной 25 мм со стороны помещения. Теплоизоляция – минераловатные плиты $\lambda_{ут}$ = 0,045 (м·°С)/Вт. Ширина воздушной прослойки в = 0,05 м. Экран – металлические кассеты с отбортовкой по 4-м сторонам. Количество кронштейнов 1,9 шт/м^2, высота воздушной прослойки – 12 м. Место строительства – г. Москва. Расчетные параметры воздуха $t_н$ = - 28 °С, $t_в$ = 18 °С, $\varphi_{вн}$ = 55 %.

1. Вычисляем ГСОП:

$$ГСОП = \left(t_{в} - t_{от.пер.}\right) \cdot Z_{от.пер.} = \left(18 + 3{,}1\right) \cdot 214 = 4515.$$

2. По табл. 4 СНиП 23-02-2003 по интерполяции находим:

$$R_o^{тр} = 2{,}55 \text{ .(м}^2\text{·°С)/Вт}$$

3. Требуемое термическое сопротивление слоя теплоизоляции при коэффициенте теплотехнической однородности r = 1.

$$R_{ут} = R_o^{тр} - R_{кл} - R_{шт} - \frac{1}{\alpha_в} - \frac{1}{\alpha_н} - 0{,}5 \cdot R_{в.п.} =$$

$$= 2{,}55 - \frac{0{,}51}{0{,}87} - \frac{0{,}025}{0{,}87} - \frac{1}{8{,}7} - \frac{1}{23} - 0{,}5 \cdot 0{,}14 = 1{,}72 \quad (м^2 \cdot °C)/Вт$$

$$\delta_{ут} = 1{,}72 \cdot 0{,}045 = 0{,}077 \text{ м. Принимаем } \delta_{ут} = 0{,}08 \text{ м.}$$

4. Определяем коэффициент теплотехнической однородности стены при кронштейнах массой до 0,7 кг и количестве их 1,9 на м^2. Для этого по графику (рис. 1) находим r' = 0,9 (по интерполяции).

По формуле (2) вычисляем:

$$r = 1{,}021 \cdot \left\{ 1 - \frac{1 - 0{,}98 \cdot \left(r' - \frac{0{,}1}{R_o'} \right)}{1{,}75} \cdot n_к \right\} + \frac{0{,}1}{R_o'} .$$

где R_o' - сопротивление теплопередаче стены без учета воздушной прослойки.

$$r = 1{,}021 \cdot \left\{ 1 - \frac{1 - 0{,}98 \cdot \left(0{,}958 - \frac{0{,}1}{2{,}48} \right)}{1{,}75} \cdot n_к \right\} + \frac{0{,}1}{2{,}48} = 0{,}95$$

Тогда требуемая толщина теплоизоляции с учетом коэффициента теплотехнической однородности составит:

$$\delta_{ут} = \frac{0{,}077}{0{,}95} = 0{,}08 \text{ м. Принимаем } \delta_{ут} = 80 \text{ мм.}$$

Определение скорости движения воздуха, температуры воздуха и коэффициента теплообмена в прослойке производим методом итерации при расчетной зимней температуре наиболее холодного месяца (января), $t_н$ = - 10,2 °С.

На первом этапе итерации.

5. Принимаем среднюю температуру воздуха в прослойке равной $t_{пр} = 0{,}8 \cdot t_н = 0{,}8 \cdot (-10{,}2) = -8{,}2$ °С и $\alpha_{пр} = 10$ Вт/(м^2·°С).

6. Определяем скорость движения воздуха в прослойке по формуле:

$$V_{пр} = \sqrt{\frac{0{,}08 \cdot H \cdot (t_{пр} - t_н)}{\xi}} = \sqrt{\frac{0{,}08 \cdot 12 \cdot (-8{,}2 + 10{,}2)}{3{,}02}} = 0{,}8 \text{ м/с}$$

где: $\sum \xi = \xi_{вх} + 2 \cdot \xi_{пов} + \xi_{вых} = 0{,}57 + 2 \cdot 1{,}0 + 0{,}5 = 3{,}02$

7. Вычисляем:

$$R_o^в = \frac{1}{8,7} + \frac{0,51}{0,87} + \frac{0,025}{0,87} + \frac{0,08}{0,045} + \frac{1}{10} = 2,61 \text{ . } (м^2 \cdot °C)/Вт$$

$$k_в = \frac{1}{2,61} = 0,38 \text{ . } Вт/(м^2 \cdot °C)$$

$$R_o^н = \frac{1}{23} + \frac{0,0015}{58} + \frac{1}{10} = 0,14 \text{ . } (м^2 \cdot °C)/Вт$$

$$k_н = \frac{1}{0,14} = 7,14 \text{ . } Вт/(м^2 \cdot °C)$$

8. Находим:

$$A = k_в \cdot t_в + k_н \cdot t_н = 0,38 \cdot 18 + 7,14 \cdot (-10,2) = -65,9 \quad Вт/м^2$$

$$k_в + k_н = 0,38 + 7,14 = 7,52 \quad Вт/(м^2 \cdot °C)$$

9. Количество воздуха, проходящего через прослойку:

$$W = 3600 \cdot F \cdot V \cdot \gamma_{пр} = 3600 \cdot 0,06 \cdot 0,8 \cdot 1,333 = 230 \quad кг/м^3$$

где: $\gamma_{пр} = \frac{353}{273 + t_{пр}} = \frac{353}{273 - 8,2} = 1,333$ кг/м^3

10. Средняя температура воздуха в прослойке:

$$t_{пр}^{ср} = \frac{\frac{A \cdot H}{k_в + k_н} + \frac{\left[t_н \cdot (k_в + k_н) - A\right] \cdot W \cdot C}{(k_в + k_н)^2} \cdot \left[1 - \exp\left(-\frac{k_в + k_н}{W \cdot C} \cdot H\right)\right]}{H} =$$

$$= \frac{\frac{-65,9 \cdot 12}{7,52} + \frac{\left[7,52 \cdot (-10,2) + 65,2\right] \cdot 230 \cdot 1,005}{7,52^2} \cdot \left[1 - e^{\left(-\frac{7,52 \cdot 12}{230 \cdot 1,005}\right)}\right]}{12} =$$

$$= \frac{-105 - 44,16 \cdot \left[1 - e^{-0,39}\right]}{12} = \frac{-105 - 44,16 \cdot \left[1 - \frac{1}{1,47698}\right]}{12} = -9,94 \quad °C$$

На втором этапе итерации.

11. Определяем:

$$\gamma_{пр} = \frac{353}{273 - 9,94} = 1,339 \text{ кг/м}^3$$

12. Находим:

$$V_{пр} = \sqrt{\frac{0,08 \cdot 12 \cdot (-9,94 + 10,2)}{3,07}} = 0,29 \quad м/с$$

13. Вычисляем:

$$W = 3600 \cdot 0,06 \cdot 0,29 \cdot 1,339 = 83,8 \quad м^2/ч$$

14. Значение:

$$\alpha_{пр} = \left(2{,}7 + 1{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot t_{пр}\right) \cdot \left(\frac{V \cdot \gamma_{пр}}{d}\right)^{0{,}2}$$

$$\text{где } d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{пр}}{n}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0{,}06}{3{,}14}} = 0{,}276 \text{ м}$$

$$\alpha_{пр} = \left[2{,}7 + 1{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot (-9{,}94)\right] \cdot \left(\frac{0{,}29 \cdot 1{,}339}{0{,}276}\right)^{0{,}2} = 2{,}685 \cdot 1{,}4^{0{,}2} = 2{,}87 \quad \text{Вт/(м}^2\cdot^\circ\text{C)}$$

$$R_{пр} = \frac{1}{2{,}87} = 0{,}35 \quad \text{(м}^2\cdot^\circ\text{C)/Вт}$$

15. Вычисляем:

$$R_o^в = (2{,}61 - 0{,}1) + 0{,}35 = 2{,}86 \text{ . (м}^2\cdot^\circ\text{C)/Вт}$$

$$k_в = \frac{1}{2{,}86} = 0{,}35 \text{ . Вт/(м}^2\cdot^\circ\text{C)}$$

$$R_o^н = (0{,}14 - 0{,}1) + 0{,}35 = 0{,}39 \text{ . (м}^2\cdot^\circ\text{C)/Вт}$$

$$k_н = \frac{1}{0{,}39} = 2{,}56 \text{ . Вт/(м}^2\cdot^\circ\text{C)}$$

$$A = 0{,}35 \cdot 18 + 2{,}56 \cdot (-10{,}2) = -19{,}8 \quad \text{Вт/м}^2$$

$$k_в + k_н = 0{,}35 + 2{,}56 = 2{,}91 \quad \text{Вт/(м}^2\cdot^\circ\text{C)}$$

16. Определяем:

$$t_{пр}^{ср} = \frac{\frac{-19{,}8 \cdot 12}{2{,}91} + \frac{\left[2{,}91 \cdot (-10{,}2) + 19{,}8\right] \cdot 230 \cdot 1{,}005}{2{,}91^2} \cdot \left[1 - e^{\left(\frac{2{,}91 \cdot 12}{83{,}8 \cdot 1{,}005}\right)}\right]}{12} = -9{,}6 \quad ^\circ\text{C}$$

На третьем этапе итерации.

17. Вычисляем:

$$\gamma_{пр} = \frac{353}{273 - 9{,}6} = 1{,}34 \text{ кг/м}^3$$

18. Находим:

$$V_{пр} = \sqrt{\frac{0{,}08 \cdot 12 \cdot (-9{,}6 + 10{,}2)}{3{,}07}} = 0{,}43 \text{ м/с}$$

$$W = 3600 \cdot 0{,}06 \cdot 0{,}43 \cdot 1{,}34 = 124 \quad \text{м}^2\text{/ч}$$

$$\alpha_{пр} = \left[2{,}7 + 1{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot (-9{,}6)\right] \cdot \left(\frac{0{,}43 \cdot 1{,}34}{0{,}276}\right)^{0{,}2} = 2{,}686 \cdot 2{,}08^{0{,}2} = 3{,}1 \quad \text{Вт/(м}^2\cdot^\circ\text{C)}$$

$$R_{пр} = \frac{1}{3,1} = 0,32 \quad (м^2 \cdot {}^oC)/Вт$$

$$R_o^в = (2,61 - 0,1) + 0,32 = 2,83 \,.\, (м^2 \cdot {}^oC)/Вт$$

$$k_в = \frac{1}{2,83} = 0,35 \,.\, Вт/(м^2 \cdot {}^oC)$$

$$R_o^н = (0,14 - 0,1) + 0,32 = 0,36 \,.\, (м^2 \cdot {}^oC)/Вт$$

$$k_н = \frac{1}{0,36} = 2,78 \,.\, Вт/(м^2 \cdot {}^oC)$$

$$A = 0,35 \cdot 18 + 2,78 \cdot (-10,2) = -22,0 \quad Вт/м^2$$

$$k_в + k_н = 0,35 + 2,78 = 3,13 \quad Вт/(м^2 \cdot {}^oC)$$

$$t_{пр}^{ср} = \frac{\frac{-22,0 \cdot 12}{3,13} + \frac{[3,13 \cdot (-10,2) + 22,0] \cdot 124 \cdot 1,005}{3,13^2} \cdot \left[1 - e^{\left(-\frac{3,13 \cdot 12}{124 \cdot 1,005}\right)}\right]}{12} = -9,75 \quad {}^oC$$

На четвертом этапе итерации.

19. Вычисляем:

$$\gamma_{пр} = \frac{353}{273 - 9,75} = 1,34 \ кг/м^3$$

$$V_{пр} = \sqrt{\frac{0,08 \cdot 12 \cdot (-9,75 + 10,2)}{3,07}} = 0,375 \quad м/с$$

$$W = 3600 \cdot 0,06 \cdot 0,375 \cdot 1,34 = 108 \quad м^2/ч$$

$$\alpha_{пр} = \left[2,7 + 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot (-9,75)\right] \cdot \left(\frac{0,375 \cdot 1,34}{0,276}\right)^{0,2} = 3,0 \quad Вт/(м^2 \cdot {}^oC)$$

$$R_{пр} = \frac{1}{3,0} = 0,33 \quad (м^2 \cdot {}^oC)/Вт$$

$$R_o^в = (2,61 - 0,1) + 0,33 = 2,84 \,.\, (м^2 \cdot {}^oC)/Вт$$

$$k_в = \frac{1}{2,84} = 0,35 \,.\, Вт/(м^2 \cdot {}^oC)$$

$$R_o^н = (0,14 - 0,1) + 0,33 = 0,37 \,.\, (м^2 \cdot {}^oC)/Вт$$

$$k_н = \frac{1}{0,37} = 2,7 \,.\, Вт/(м^2 \cdot {}^oC)$$

$$A = 0,35 \cdot 18 + 2,7 \cdot (-10,2) = -21,2 \quad Вт/м^2$$

$$k_в + k_н = 0,35 + 2,7 = 3,0 \quad Вт/(м^2 \cdot {}^oC)$$

$$W = 3600 \cdot 0,06 \cdot 0,375 \cdot 1,34 = 108 \quad м^2/ч$$

$$t_{пр}^{ср} = \frac{\frac{-21,2 \cdot 12}{3,0} + \frac{[3,0 \cdot (-10,2) + 21,2] \cdot 108 \cdot 1,005}{3,0^2} \cdot \left[1 - e^{\left(-\frac{3,0 \cdot 12}{108 \cdot 1,005}\right)}\right]}{12} = -9,7 \quad ^{o}C$$

В этом случае скорость воздуха в прослойке:

$$V_{пр} = \sqrt{\frac{0,08 \cdot 12 \cdot (-9,7 + 10,2)}{3,07}} = 0,39 \quad м/с$$

20. Так как на четвертом этапе итерации скорость воздуха в прослойке изменилась $\frac{0,39}{0,375} = 1,04$ менее, чем на 5 %, поэтому принимаем

$$t_{пр}^{ср} = -9,7 \ ^{o}C; \ V_{пр} = 0,39 \ м/с; \ \alpha_{пр} = 3,0 \ Вт/(м^2 \cdot ^{o}C)$$

Для оценки возможности конденсатообразования на внутренней поверхности экрана проводим расчет влажностного режима в воздушной прослойке.

21. Вычисляем коэффициент паропроницания части покрытия от помещения до воздушной прослойки.

$$\mu_в = \frac{1}{\frac{\delta_{шт}}{\mu_{шт}} + \frac{\delta_{кл}}{\mu_{кл}} + \frac{\delta_{ут}}{\mu_{ут}}} = \frac{1}{\frac{0,025}{0,098} + \frac{0,51}{0,11} + \frac{0,08}{0,49}} = 0,197 \quad мг/(м^2 \cdot ч \cdot Па)$$

22. При $t_в = +1,8 \cdot ^{o}C$ и $\varphi = 55\ \%$ $e_в = 2064 \cdot 0,55 = 1135$ Па;

$t_н = -10,2 \ ^{o}C$ и $\varphi = 70\ \%$ $e_н = 255 \cdot 0,7 = 178$ Па.

23. Вычисляем:

$$A' = 0,197 \cdot 1135 = 223,6 \quad Вт/(м^2 \cdot ч)$$

$$W' = 3600 \cdot 0,06 \cdot 0,39 = 84 \quad м^2/ч$$

24. Определяем по формуле (10) температуру воздуха у выхода из воздушной прослойки в зоне наибольшей вероятности конденсации влаги:

$$t_x = \frac{-21,2 + [3,0 \cdot (-10,2) + 21,2] \cdot e^{\left(-\frac{3,0 \cdot 12}{108 \cdot 1,005}\right)}}{3,0} = \frac{-21,2 - 9,4 \cdot e^{-0,32}}{3,0} = -8 \quad ^{o}C$$

25. Находим:

$$B = \frac{1,058}{1 - \frac{8}{273}} = 1,09$$

26. Определяем упругость водяного пара, выходящего из прослойки по формуле (19):

$$e = \frac{223,6 + (178 \cdot 0,197 - 223,6) \cdot e^{-\frac{0,197 \cdot 11,5}{84 \cdot 1,09}}}{0,197} = \frac{223,6 + (35,1 - 223,6) \cdot e^{-0,025}}{0,197} = 202 \quad Па$$

27. Температура воздуха на внутренней поверхности экрана у выхода воздуха из прослойки вычисляется по формуле (23):

$$\tau_{экр} = -9,7 - \frac{(-9,7 + 10,2)}{2,7 \cdot 3} = -9,6 \ ^{o}C$$

28. Максимальная упругость водяного пара у внутренней поверхности экрана из кассет:

$$E = 610,6 \cdot exp\left(0,082 \cdot t_э - 0,35 \cdot 10^{-3} \cdot t_э^{\,2}\right) = 610,6 \cdot e^{\left[0,082 \cdot (-9,6) - 0,35 \cdot 10^{-3} \cdot (-9,6)^2\right]} =$$

$$= 610,6 \cdot e^{[-0,787 - 0,032]} = 610,6 \cdot e^{-0,82} = \frac{610,6}{2,27050} = 269 \ \text{Па}$$

29. Так как е = 202 Па < Е = 269 Па конденсация влаги на внутренней поверхности экрана отсутствует.

ПРИМЕР 2: Определить при отсутствии ветрозащиты утеплителя снижение теплоизолирующих качеств многослойной стены 5-этажного здания с высотой этажа 2,8 м, строящегося в г. Москве при расчетной скорости ветра $V_в$ = 5 м/с, высоте здания – 14 м, ширине – 14 м, длине – 30 м.

1. При

$$t_{пр} = -9,7 \ ^{o}C; \ \gamma_{пр} = \frac{353}{273 - 9,7} = 1,34 \ \text{кг/м}^2$$

$$\gamma_в = \frac{353}{273 + 18} = 1,21 \ \text{кг/м}^2$$

2. По таблицам 1 и 2 при $\frac{H}{B} = \frac{14}{14} = 1; \ \frac{L}{B} = \frac{30}{14} = 2,14$

$$k_2 = -0,6 \qquad k_3 = 0,75 \quad \text{(по интерполяции)}$$

3. Определяем суммарное давление:

$$\Delta P = -7,84 \cdot \left[(1,34 - 1,21) \cdot (0,7 \cdot 2,8 \cdot 12 - 1,4) - (0,8 - 0,6) \cdot 0,75 \cdot \frac{(0,6 \cdot 5)^2 \cdot 1,34}{2 \cdot 9,81} \right] = 21,8 \ \text{Па}$$

4. Находим:

$$R_u = \frac{0,08}{0,025} + 18 + 373 = 394 \quad (\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})/\text{кг}$$

5. Вычисляем:

$$W = \frac{21,8}{394} = 0,055 \quad \text{кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$$

6. Определяем коэффициент теплопередачи части стены от воздушной прослойки до помещения:

$$K = \frac{1{,}005 \cdot 0{,}055 \cdot e^{1{,}005 \cdot 0{,}55 \cdot 2{,}84}}{e^{1{,}005 \cdot 0{,}55 \cdot 2{,}84} - 1} = \frac{0{,}055 \cdot e^{0{,}15}}{e^{0{,}15} - 1} = 0{,}39 \quad \text{Вт/(м}^2\cdot^\circ\text{C)}$$

$$R_o = \frac{1}{0{,}39} = 2{,}56 \quad (\text{м}^2\cdot^\circ\text{C})/\text{Вт}$$

7. Снижение сопротивления теплопередаче стены при отсутствии ветрозащиты теплоизоляции составило $\frac{2{,}84}{2{,}56} = 1{,}11$, т. е. 11 %.

8. Температура внутренней поверхности слоя теплоизоляции при отсутствии ветрозащиты составит:

$$\tau_x^в = -9{,}7 + (18 + 9{,}7) \cdot \frac{e^{1{,}005 \cdot 0{,}55 \cdot 1{,}78} - 1}{e^{1{,}005 \cdot 0{,}55 \cdot 2{,}84} - 1} = -9{,}7 + 27{,}7 \cdot \frac{e^{0{,}10} - 1}{e^{0{,}16} - 1} =$$

$$= -9{,}7 + 27{,}7 \cdot \frac{1{,}10517 - 1}{1{,}17351 - 1} = 7{,}1 \quad ^\circ\text{C}$$

9. При ветрозащите теплоизоляции температура на ее внутренней поверхности равна:

$$\tau_x^в = 18 - \frac{18 + 9{,}7}{2{,}84} \cdot (0{,}114 + 0{,}58 + 0{,}03) = 18 - 7 = 11 \quad ^\circ\text{C}$$

10. Температура наружной поверхности теплоизоляции:

$$\tau_x^н = 18 - \frac{18 + 9{,}7}{2{,}84} \cdot (0{,}114 + 0{,}58 + 0{,}03 + 1{,}78) = -6{,}8 \quad ^\circ\text{C}$$

11. Температурный перепад:

- при отсутствии ветрозащиты

$$\Delta t = 7{,}1 + 6{,}8 = 13{,}9 \quad ^\circ\text{C}$$

- при ветрозащите

$$\Delta t = 11 + 6{,}8 = 17{,}8 \quad ^\circ\text{C}$$

12. Из условия равенства теплового потока:

$$\frac{13{,}9}{R_{ут}^{о.в.}} = \frac{17{,}8}{R_{ут}^{н.в.}}; \quad \frac{13{,}9 \cdot \lambda_{ут}^{о.в.}}{\delta_{ут}} = \frac{17{,}8 \cdot \lambda_{ут}}{\delta_{ут}}$$

$$\lambda_{ут}^{о.в.} = \frac{17{,}8 \cdot 0{,}08}{13{,}9} = 0{,}102 \quad \text{Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$$

Таким образом, коэффициент теплопроводности теплоизоляции за счет инфильтрации воздуха возрос более, чем вдвое.

РАСЧЕТ ПОКРЫТИЯ С ВЕНТИЛИРУЕМОЙ ВОЗДУШНОЙ ПРОСЛОЙКОЙ

В утепленных покрытиях с кровлями из листовой стали, меди, профнастила, металлочерепицы во избежание конденсации влаги на поверхности кровли, обращенной к воздушной прослойке необходимо обеспечивать естественную вентиляцию прослойки наружным воздухом.

Для наклонной воздушной прослойки формула (5) принимает вид:

$$\Delta P_l = l \cdot \sin\alpha \cdot \left(\gamma_н - \gamma_{пр}\right)$$

где: l - длина ската кровли;

α - уклон кровли.

Температура воздуха изменяется по длине прослойки, а следовательно изменяется и величина сопротивления теплопередаче ограждения по длине прослойки.

Температура t_x воздуха в прослойке на расстоянии l_x, $м$, от места входа в прослойку может быть определена по формуле:

$$t_x = \frac{A + \left[t_н \cdot \left(k_в + k_н\right) - A\right] \cdot \exp\left(-\frac{k_в + k_н}{W \cdot c} \cdot l_x \cdot \sin\alpha\right)}{k_в + k_н} \qquad (31)$$

где: $A = k_в \cdot t_в + k_н \cdot t_н$;

$W = 3600 \cdot F \cdot V \cdot \gamma$;

V - скорость движения воздуха в прослойке, м/с;

$t_в$ и $t_н$ - соответственно температура воздуха в помещении и наружного воздуха, ^{o}C;

$k_в$ и $k_н$ - соответственно коэффициенты теплопередачи части конструкции покрытия от воздушной прослойки до воздуха помещения и от воздушной прослойки до наружного воздуха, Вт/(м^2·^{o}C);

F - площадь сечения воздушной прослойки, м^2;

C - удельная теплопроводность воздуха при значениях $k_в$ и $k_н$ в кВт/(м^2·^{o}C) равная 1005 Дж/(кг·^{o}C), при значениях $k_в$ и $k_н$ в Вт/(м^2·^{o}C) равная 1,005 Дж/(кг·^{o}C);

W - количество воздуха, проходящее через сечение воздушной прослойки площадью сечения F, за 1 ч.

Как было указано в Приложении 1, коэффициент теплообмена в воздушной прослойке может быть определен по формуле (11):

$$\alpha_{пр} = \left(2{,}7 + 1{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot t_{пр}\right) \cdot \left(\frac{V \cdot \gamma_{пр}}{d}\right)^{0{,}2} \qquad (11)$$

где: d - эквивалентный диаметр участка воздушной прослойки шириной 1 м, м.

Таким образом, можно определить значения температуры в нескольких сечениях по длине воздушной прослойки, на основании которых вычислить ее среднее значение.

Средняя температура воздуха в вентилируемой прослойке может быть также определена по формуле:

$$t_{cp}^{np} = \frac{\frac{A \cdot l \cdot \sin\alpha}{k_в + k_н} + \frac{\left[t_н \cdot (k_в + k_н) - A\right] \cdot W \cdot C}{(k_в + k_н)^2} \cdot \left[1 - \exp\left(-\frac{k_в + k_н}{W \cdot C} \cdot l \cdot \sin\alpha\right)\right]}{l \cdot \sin\alpha} \quad (32)$$

Скорость движения воздуха в прослойке вычисляется по формуле:

$$V = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P \cdot g}{\gamma_{пр} \cdot (\sum\xi + 1)}} = \sqrt{\frac{2 \cdot l \cdot \sin\alpha \cdot g \cdot (\gamma_н - \gamma_{пр})}{\gamma_{пр} \cdot (\sum\xi + 1)}} \quad (33)$$

где: $\sum\xi$ - сумма аэродинамических местных сопротивлений течению воздуха в прослойке, вычисляемая по формуле (15)

$$\sum\xi = \xi_{вх} + \xi_{пов} + \xi_{пов} + \xi_{вых} \quad (15)$$

где: $\xi_{вх}$, $\xi_{пов}$, $\xi_{вых}$ - значения аэродинамических местных сопротивлений в прослойке у входа, поворота и выхода из прослойки, которые могут быть приняты равными:

$$\xi_{вх} = 1;\ \xi_{пов} = 0{,}75;\ \xi_{вых} = 1 \quad (34)$$

Тогда $\sum\xi = 1 + 2 \cdot 0{,}75 + 1 = 3{,}5$ (35)

Для надежной вентиляции воздушной прослойки минимальная скорость воздуха в ней должна быть не менее 0,2 м/с.

В противном случае следует понизить сопротивление на входе и выходе за счет увеличения размера отверстий. Минимальная толщина входного и выходного отверстий должна быть не менее 0,04 м.

Скорость движения воздуха в воздушной прослойке следует определять методом итерации при совместном решении уравнений (32) и (33).

При этом сначала среднюю температуру воздуха в прослойке принимают равной $0{,}8\,t_н$, а коэффициент теплообмена $\alpha_{пр} = 10$ и вычисляют скорость движения воздуха в прослойке по формуле (33). Затем определяют среднюю температуру воздуха в прослойке, соответствующую этой скорости по формуле (32). Расчет заканчивают при условии, когда разница между предыдущим и последующим значениями скорости движения воздуха не превысит 5 %. Упругость водяного пара, выходящего из прослойки может быть определена по формуле:

$$e = \frac{A' + \left[e_н \cdot (\mu_в + \mu_н) - A'\right] \cdot \exp\left(-\frac{\mu_в + \mu_н}{W' \cdot \mu_н} \cdot l \cdot \sin\alpha\right)}{\mu_в + \mu_н} \quad (36)$$

где: $A' = \mu_в \cdot e_в + \mu_н \cdot e_н$; (20)

$W' = 3600 \cdot F \cdot V$; (21)

$$B = \frac{1{,}058}{1 + \frac{t_{пр}}{273}}; \quad (22)$$

$e_в$ и $e_н$ - соответственно упругость водяного пара воздуха помещения и наружного воздуха, Па;

$\mu_в$ и $\mu_н$ - соответственно коэффициенты паропроницания части покрытия от помещения до воздушной прослойки и части покрытия от воздушной прослойки до наружного воздуха, мг/(м·ч·Па);

l - длина воздушной прослойки, м;

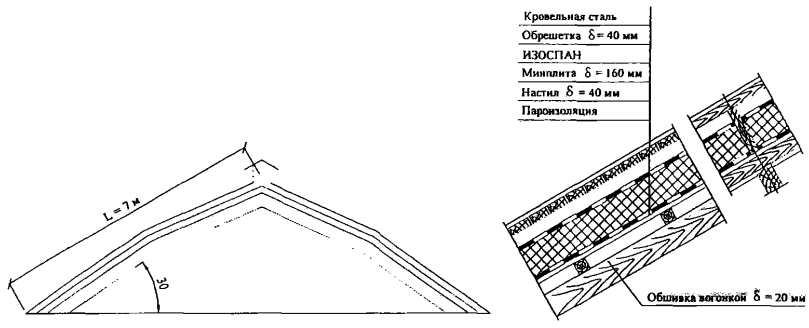
W' - количество воздуха, $м^3$, проходящее через сечение воздушной прослойки площадью сечения F за 1 ч.

Температура внутренней поверхности кровли у выхода воздуха из прослойки вычисляется по формуле (23):

$$\tau^{в}_{кр} = t^{ср}_{пр} - \frac{\left(t^{ср}_{пр} - t_н\right)}{k_н \cdot \alpha_{пр}} \quad (23)$$

Для исключения возможности конденсатообразования разности соответствующее этой температуре значение упругости водяного пара Е должно быть больше, чем величина «е».

ПРИМЕР: Рассчитать покрытие мансардного этажа с вентилируемой воздушной прослойкой и кровлей из листовой стали (рис. 121) жилого дома, строящегося в районе с ГСОП = 4000 и средней температурой самого холодного месяца $t_н$ = - 10 °С.



Конструктивное решение покрытия мансарды

1. В соответствии со СНиП 23-02-2003 требуемое сопротивление теплопередаче покрытия составляет $R_o^{тр} = 4{,}2$.(м^2·°С)/Вт

2. Определяем требуемую толщину теплоизоляции из минплиты с $\lambda_{ут} = 0{,}05$ Вт/(м·°С)

$$R_o = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_{об}}{\lambda_д} + \frac{\delta_{ут}}{\lambda_{ут}} + \frac{\delta_н}{\lambda_д} + R_{в.п.} + \frac{\delta_{об}}{\lambda_д} + \frac{1}{\alpha_н} =$$

$$= 0{,}115 + \frac{0{,}04}{0{,}14} + \frac{\delta_{ут}}{0{,}045} + \frac{0{,}04}{0{,}14} + 0{,}14 + \frac{0{,}02}{0{,}14} + 0{,}04 = 1{,}01 \quad (м^2 \cdot °С)/Вт$$

$\delta_{ут} = (4{,}2 - 1{,}01) \cdot 0{,}05 = 0{,}159$ м. Принимаем $\delta_{ут} = 160$ мм.

3. Сопротивление теплопередаче нижней части покрытия (от воздушной прослойки до воздуха помещения):

$$R_o^в = \frac{1}{\alpha_в} + \frac{\delta_{ут}'}{\lambda_{ут}} + \frac{\delta_н}{\lambda_д} + R_{в.п.} + \frac{\delta_{об}}{\lambda_д} + \frac{1}{\alpha_н} =$$

$$= 0{,}115 + \frac{0{,}16}{0{,}045} + \frac{0{,}04}{0{,}14} + 0{,}14 + \frac{0{,}02}{0{,}14} + 0{,}1 = 3{,}973 \quad (м^2 \cdot °С)/Вт$$

где: $\alpha_н = 12$ Вт/(м^2·°С) – коэффициент теплоотдачи для чердачных перекрытий.

4. Сопротивление теплопередаче верхней части покрытия (от воздушной прослойки до наружного воздуха):

$$R_o^н = \frac{1}{\alpha_н^{ч.п.}} + \frac{\delta_{об}}{\lambda_д} + \frac{1}{\alpha_{пр}} = 0{,}1 + \frac{0{,}04}{0{,}14} + 0{,}04 = 0{,}425 \text{ . } (м^2 \cdot °С)/Вт$$

5. Коэффициенты теплопередаче нижней и верхней части конструкции покрытия:

$$k_в = \frac{1}{3{,}973} = 0{,}251.\ \text{Вт/(м}^2\cdot{}^\circ\text{C)}$$

$$k_н = \frac{1}{0{,}425} = 2{,}35.\ \text{Вт/(м}^2\cdot{}^\circ\text{C)}$$

6. При температуре наружного воздуха $t_н$ = - 10 °С примем среднюю температуру воздуха в воздушной прослойке $0{,}8 \cdot t_п = 0{,}8 \cdot (-10) = -8$ °С и минимальную толщину воздушной прослойки 0,04 м.

7. Плотность наружного воздуха и воздуха в воздушной прослойке:

$$\gamma_н = \frac{353}{273 + t_{ср}} = \frac{353}{273 - 10} = 1{,}34 \text{ кг/м}^3$$

$$\gamma_{пр} = \frac{353}{273 - 8} = 1{,}332 \text{ кг/м}^3$$

8. Скорость движения воздуха в прослойке:

$$V = \sqrt{\frac{2 \cdot l \cdot \sin\alpha \cdot g \cdot (\gamma_н - \gamma_{пр})}{\gamma_{пр} \cdot (\sum\xi + 1)}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 7 \cdot 0{,}5 \cdot 9{,}81 \cdot (1{,}342 - 1{,}332)}{1{,}332 \cdot (2{,}75 + 1)}} = 0{,}37 \quad \text{м/с}$$

где: $\sum\xi = \xi_{вх} + \xi_{пов} + \xi_{вых} = 1 + 0{,}75 + 1 = 2{,}75$

9. Количество воздуха, проходящего через сечение воздушной прослойки площадью:

$F_{пр} = 0{,}04 \cdot 1 = 0{,}04 \text{ м}^2$

$W = 3600 \cdot 0{,}04 \cdot 0{,}37 \cdot 1{,}33 = 71 \text{ кг/ч}$

10. Находим:

$A = k_в \cdot t_в + k_н \cdot t_н = 0{,}251 \cdot 20 - 2{,}35 \cdot 10 = 18{,}48 \text{ Вт/м}^2$

11. Для любого сечения, отстоящего на расстоянии $x = l_x \cdot \sin\alpha$, м от входного отверстия температуру воздуха в прослойке определяем по формуле:

$$t_x = \frac{A + [t_н \cdot (k_в + k_н) - A] \cdot exp \cdot \left(-\frac{k_в + k_н}{W \cdot c} \cdot l_x \cdot \sin\alpha\right)}{k_в + k_н} =$$

$$= \frac{-18{,}48 + [-10\,(0{,}251 + 2{,}35) + 18{,}48] \cdot e^{-\frac{(0{,}251 + 2{,}35) \cdot x}{71 \cdot 1{,}005}}}{0{,}251 + 2{,}35} =$$

$$= \frac{-18{,}48 - 7{,}52 \cdot e^{-0{,}018 \cdot x}}{2{,}6}$$

12. Выполняем расчет температуры воздуха в прослойке от входного отверстия начиная с $x = 0{,}25$ м и далее через каждый метр. Для этих же сечений производим расчет коэффициента теплопередачи по формуле:

$$K = \frac{t_в - t_x}{t_в - t_н} \cdot k_н$$

Так как $x = l_{пр} \cdot sin\alpha$, то $l = \frac{x}{0,5}$;

Результаты расчета сводим в таблицу 31.

Результаты расчета теплотехнических параметров воздушной прослойки

Таблица 31

x, м	Расстояние от входа в прослойку по ее длине, м	Расчет температуры воздуха, t_x, °С				Расчет «К»	
		$0,018 \cdot x$	$e^{-0,018 \cdot x}$	$-7,52 \cdot e^{-0,018}$	t_x	$t_в - t_x$	К, Вт/(м^2·°С)
0,25	0,5	0,009	0,99	- 7,4	- 9,95	29,95	0,25
0,75	1,5	0,027	0,97	- 7,3	- 9,9	29,9	0,25
1,25	2,5	0,045	0,95	- 7,1	- 9,8	29,8	0,249
1,75	3,5	0,064	0,94	- 7,0	- 9,8	29,8	0,249
2,25	4,5	0,082	0,92	- 6,9	- 9,7	29,7	0,248
2,75	5,5	0,1	0,9	- 6,7	- 9,65	29,65	0,248
3,25	6,5	0,12	0,88	- 6,6	- 9,6	29,6	0,247
					$t_{ср} = -9,8$ °С		$К_{ср} = 0,249$

13. Средняя температура воздуха в воздушной прослойке $t_{пр}^{ср} = -9,8$ °С, а среднее значение коэффициента теплопередачи конструкции покрытия к = 0,249 Вт/(м^2·°С) или сопротивление теплопередачи $R_o = \frac{1}{0,249} = 4,0$ (м^2·°С)/Вт. Таким образом, наличие вентилируемой воздушной прослойки снизило сопротивление теплопередаче конструкции покрытия на 0,2 (м^2·°С)/Вт, что должно быть компенсировано дополнительным слоем теплоизоляции равным

$$\delta_{ут}^{доп} = 0,2 \cdot 0,05 = 0,01 \text{ м}$$

14. Средняя температура воздуха в вентилируемой воздушной прослойке может быть так же определена методом итерации.

На первом этапе итерации.

15. Для $t_{пр} = 0,8 \cdot t_н = -8$ °С и $\gamma_{пр} = 1,332$ кг/м^3

$V = 0,37$ м/с и $W = 71$ кг/ч

Вычисляем среднюю температуру воздуха в прослойке по формуле:

$$t_{ср}^{в.п.} = \frac{\frac{A \cdot l \cdot sin\alpha}{k_в + k_н} + \frac{\left[t_н \cdot (k_в + k_н) - A\right] \cdot W \cdot C}{(k_в + k_н)^2} \cdot \left[1 - exp \cdot \left(-\frac{k_в + k_н}{W \cdot C} \cdot l \cdot sin\alpha\right)\right]}{l \cdot sin\alpha} =$$

$$= \frac{\frac{-18,48 \cdot 7 \cdot 0,5}{2,6} + \frac{\left[-10 \cdot 2,6 + 18,48\right] \cdot 71 \cdot 1,005}{2,6^2} \cdot \left[1 - e^{-\frac{(2,35 + 0,251)}{71 \cdot 1,005} \cdot 0,7 \cdot 0,5}\right]}{7 \cdot 0,5} = -9,8 \text{ °С}$$

На втором этапе итерации.

16. Находим: $\gamma_{пр} = \frac{353}{273 - 9,8} = 1,341$ кг/м^3

17. Скорость воздуха в прослойке:

$$V = \sqrt{\frac{2 \cdot 7 \cdot 0,5 \cdot 9,81 \cdot (1,342 - 1,341)}{1,341 \cdot (2,75 + 1)}} = 0,12 \quad \text{м/с}$$

18. При $V = 0,12$ м/с определяем $\alpha_{пр}$ по формуле (11) и $R_{пр}$:

$$\alpha_{пр} = (2,7 + 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot t_{пр}) \cdot \left(\frac{V \cdot \gamma_{пр}}{d}\right)^{0,2}$$

где $d = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{пр}}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,04}{3,14}} = 0,226$ м

$$\alpha_{пр} = [2,7 + 1,5 \cdot 10^{-3} \cdot (-9,8)] \cdot \left(\frac{0,12 \cdot 1,341}{0,226}\right)^{0,2} = \text{Вт/м}^2\cdot^{o}\text{C}$$

$$= 2,685 \cdot 0,71^{0,2} = 2,685 \cdot 0,93 = 2,5$$

$$R_{пр} = \frac{1}{2,5} = 0,4 \quad (\text{м}^2\cdot^{o}\text{C})/\text{Вт}$$

19. Вычисляем:

$$R_o^н = (0,425 - 0,1) + 0,4 = 0,725 . (\text{м}^2\cdot^{o}\text{C})/\text{Вт} \qquad k_в = \frac{1}{4,27} = 0,23 . \text{Вт/(м}^2\cdot^{o}\text{C)}$$

$$R_o^в = (3,973 - 0,1) + 0,4 = 4,27 . (\text{м}^2\cdot^{o}\text{C})/\text{Вт} \qquad k_н = \frac{1}{0,725} = 1,38 . \text{Вт/(м}^2\cdot^{o}\text{C)}$$

$$k_в + k_н = 0,23 + 1,38 = 1,61 \quad \text{Вт/(м}^2\cdot^{o}\text{C)}$$

20. Находим значения «А» и расход воздуха «W»:

$$A = 0,23 \cdot 20 - 1,38 \cdot 10 = -9,2 \quad \text{Вт/м}^2$$

$$W = 3600 \cdot 0,04 \cdot 1,341 \cdot 0,12 = 23 \quad \text{кг/ч}$$

$$t_{пр}^{ср} = \frac{\frac{-9,2 \cdot 7 \cdot 0,5}{1,61} + \frac{[1,61 \cdot (-10) + 9,2] \cdot 23 \cdot 1,005}{1,61^2} \cdot \left[1 - e^{\left(-\frac{1,61 \cdot 7 \cdot 0,5}{23 \cdot 1,005}\right)}\right]}{7 \cdot 0,5} = -9,6 \quad {}^{o}\text{C}$$

На третьем этапе итерации.

22. При этой температуре воздуха в прослойке определяем:

$$\gamma_{пр} = \frac{353}{273 - 9,6} = 1,34 \quad \text{кг/м}^3$$

23. Скорость воздуха:

$$V = \sqrt{\frac{2 \cdot 7 \cdot 0{,}5 \cdot 9{,}81 \cdot (1{,}342 - 1{,}34)}{1{,}34 \cdot (2{,}75 + 1)}} = 0{,}165 \quad \text{м/с}$$

24. Вычисляем:

$$\alpha_{пр} = \left[2{,}7 + 1{,}5 \cdot 10^{-3} \cdot (-9{,}6)\right] \cdot \left(\frac{0{,}165 \cdot 1{,}34}{0{,}226}\right)^{0{,}2} = 2{,}67 \quad \text{Вт/м}^2\cdot^{\circ}\text{C}$$

$$R_{пр} = \frac{1}{2{,}67} = 0{,}37 \quad (\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})/\text{Вт}$$

25. Определяем:

$$R_o^н = (0{,}425 - 0{,}1) + 0{,}37 = 0{,}695\,.\,(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})/\text{Вт} \qquad k_в = \frac{1}{0{,}695} = 1{,}44\,.\,\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$$

$$R_o^в = (3{,}973 - 0{,}1) + 0{,}37 = 4{,}24\,.\,(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})/\text{Вт} \qquad k_н = \frac{1}{4{,}24} = 0{,}235\,.\,\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$$

$$A = 0{,}235 \cdot 20 + 1{,}44 \cdot (-10) = -9{,}6 \quad \text{Вт/м}^2$$

$$W = 3600 \cdot 0{,}04 \cdot 1{,}34 \cdot 0{,}165 = 32 \quad \text{м}^2/\text{ч}$$

$$k_в + k_н = 1{,}44 + 0{,}235 = 1{,}675 \quad \text{Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$$

26. Вычисляем среднюю температуру воздуха в прослойке:

$$t_{пр}^{ср} = \frac{\dfrac{-9{,}2 \cdot 7 \cdot 0{,}5}{1{,}675} + \dfrac{[1{,}675 \cdot (-10) + 9{,}7] \cdot 32 \cdot 1{,}005}{1{,}675^2} \cdot \left[1 - e^{\left(\frac{1{,}675 \cdot 7 \cdot 0{,}5}{32 \cdot 1{,}005}\right)}\right]}{7 \cdot 0{,}5} = -9{,}6 \quad {}^{\circ}\text{C}$$

27. Проверяем значение скорости воздуха в воздушной прослойке:

$$V = \sqrt{\frac{2 \cdot 7 \cdot 0{,}5 \cdot 9{,}81 \cdot (1{,}342 - 1{,}34)}{1{,}34 \cdot (2{,}75 + 1)}} = 0{,}165 \quad \text{м/с}$$

Таким образом, тепло- и аэродинамические параметры воздушной прослойки составляют:

$$V_{пр} = 0{,}165 \ \text{м/с}; \quad \alpha_{пр} = 2{,}67 \ \text{Вт/м}^2\cdot^{\circ}\text{C}; \quad t_{пр}^{ср} = -9{,}6 \ {}^{\circ}\text{C}$$

В итоге можно констатировать, что расчет средней температуры воздуха в вентилируемой воздушной прослойке выполненный методом итерации дает примерно на 2 – 2,5 % более точный результат, что обусловлено корректировкой значения «$\alpha_{пр}$» в зависимости от скорости и температуры воздуха в ней.

Для оценки возможности конденсатообразования на внутренней поверхности кровли из листовой стали проведен расчет влажностного режима в воздушной прослойке.

28. Вычисляем коэффициенты паропроницания части покрытия от помещения до воздушной прослойки и от воздушной прослойки до наружного воздуха:

$$\mu_в = \frac{1}{\frac{\delta_д^{общ}}{\mu_д} + \frac{\delta_д^{нас}}{\mu_д} + \frac{\delta_{ут}}{\mu_{ут}} + R_п} = \frac{1}{\frac{0,04}{0,32} + \frac{0,04}{0,32} + \frac{0,16}{0,56} + 1,1} = 0,61 \quad \text{мг/(м}^2\text{·ч·Па)}$$

где: $R_п$ - сопротивление паропроницанию рулонного битумно-полимерного материала.

29. $$\mu_н = \frac{1}{\frac{\delta_д^{общ}}{\mu_д}} = \frac{1}{\frac{0,04}{0,32}} = 8 \quad \text{мг/(м}^2\text{·ч·Па)}$$

30. При $t_в = +20 \cdot {}^oC$ и $\varphi = 50\ \%$ $e_в = 2338 \cdot 0,5 = 1169$ Па;

$t_н = -10\ {}^oC$ и $\varphi = 70\ \%$ $e_н = 260 \cdot 0,7 = 182$ Па.

31. Вычисляем:

$$A' = 0,61 \cdot 1169 + 8 \cdot 182 = 730 + 1456 = 2186 \quad \text{Вт/(м}^2\text{·ч)}$$

$$W' = 3600 \cdot 0,04 \cdot 0,165 = 24 \quad \text{м}^2\text{/ч}$$

32. Так как наибольшая вероятность конденсации пара в покрытии будет у выхода из воздушной прослойки определим температуру в этом сечении, для чего воспользуемся формулой:

$$t_x = \frac{A + \left[t_н \cdot (k_в + k_н) - A\right] \cdot exp\left(-\frac{k_в + k_н}{W \cdot C} \cdot x\right)}{k_в + k_н} =$$

$$= \frac{-6,8 + \left[1,82 \cdot (-10) + 6,8\right] \cdot e^{\left(-\frac{1,82 \cdot 3,25}{32 \cdot 1,005}\right)}}{1,82} = \frac{-6,8 - 11,4 \cdot e^{-0,18}}{1,82} = -8,9 \ {}^oC$$

33. Находим:

$$B = \frac{1,058}{1 - \frac{8,9}{273}} = 1,09$$

34. Определяем упругость водяного пара, выходящего из прослойки по формуле:

$$e = \frac{2186 + (182 \cdot 8,61 - 2186) \cdot e^{-\frac{8,61 \cdot 7 \cdot 0,5}{24 \cdot 1,09}}}{8,61} = \frac{2186 - 619 \cdot e^{-1,15}}{8,61} = 231 \ \text{Па}$$

35. Температура воздуха на внутренней поверхности кровли из листовой стали:

$$\tau_{экр} = -9,6 - \frac{(-9,6 + 10)}{1,44 \cdot 2,67} = -9,5 \ {}^oC$$

36. Максимальная упругость водяного пара у внутренней поверхности кровли из листовой стали:

$$E = 610,6 \cdot exp\left(0,082 \cdot t_э - 0,35 \cdot 10^{-3} \cdot t_э^{\,2}\right) = 610,6 \cdot e^{\left[0,082 \cdot (-9,5) - 0,35 \cdot 10^{-3} \cdot (-9,5)^2\right]} =$$

$$= 610,6 \cdot e^{[-0,779 - 0,032]} = 610,6 \cdot e^{-0,81} = \frac{610,6}{2,24791} = 271 \quad \text{Па}$$

37. При е = 231 Па < Е = 271 Па конденсация влаги на внутренней поверхности кровли из листовой стали отсутствует.

38. При отсутствии вентиляции воздушной прослойки сопротивление паропроницанию ее с учетом конвекции воздуха составит:

$$R_н^{пр} = \frac{0,04}{0,101} = 0,039 \quad (\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})/\text{кг}$$

39. Определяем температуру воздуха в прослойке, для чего вычислим ее значение на поверхностях:

$$\tau_1 = 20 - 4,24 \cdot \frac{20 + 10}{4,92} = -5,8 \quad ^\circ\text{C}$$

$$\tau_2 = 20 - (4,24 + 0,14) \cdot \frac{20 + 10}{4,93} = -6,6 \quad ^\circ\text{C}$$

$$\tau_{ср}^{пр} = \frac{-5,8 + (-6,6)}{2} = -6,2 \quad ^\circ\text{C}$$

Упругость водяного пара при $\tau_{ср}^{пр} = -6,2$ °С равна Е = 363 Па.

40. Количество пара, поступающего к зоне конденсации:

$$P_1 = \frac{1169 - 363}{1,67 - 0,039} = 494 \quad \text{мг}/(\text{м}^2 \cdot \text{ч})$$

где: $R_п^в = \frac{0,04}{0,32} + \frac{0,04}{0,32} + \frac{0,16}{0,56} + \frac{0,04}{0,101} + 1,1 = 1,67$ $(\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{Па})/\text{мг}$

Итак, на внутренней поверхности кровли из листовой стали при отсутствии вентиляции воздушной прослойки будет конденсироваться на м^2 в час около 0,5, влаги.

gost.e-ecolog.ru