

ТЕХНИЧЕСКИЙ КАТАЛОГ

СТРОИТЕЛЬНЫЕ ТРЕХСЛОЙНЫЕ
СЭНДВИЧ-ПАНЕЛИ

ЧАСТЬ 1

RUUKKI

Технический каталог

Строительные трехслойные сэндвич-панели

Часть 1

Технические характеристики

• Оглавление

Общие сведения	2
Продукция компании	2
Краткая характеристика производства сэндвич-панелей	2
Краткая характеристика сэндвич-панелей	3
Область применения	5
Применение технологии обшивки трехслойными панелями	5
Облицовка панелей, расцветка	8
Стеновые панели (системы «Венталл»): типы, обозначения	9
Кровельные панели (системы «Венталл»): типы, обозначения	10
Технические данные	11
Используемые материалы и их физико-механические свойства	11
Несущая способность панелей	13
Теплоизоляционные свойства	17
Огнестойкость	19

Ruukki является специалистом в области металла, на которого Вы можете положиться от начала и до конца, если Вам необходимы материалы, компоненты, системы и комплексные решения, основанные на металле.

Мы постоянно развиваем нашу деятельность и ассортимент нашей продукции согласно Вашим потребностям.

• Общие сведения

Продукция компании

Компания «Венталл» была создана в 1991 году как предприятие, которое специализируется на проектировании и изготовлении полнокомплектных зданий и сооружений из легких металлоконструкций.

В 2006 году компания «Венталл» вошла в состав финского концерна Ruukki.

Продукция компании Ruukki:

- Промышленные здания.
- Торгово-развлекательные комплексы.
- Спортивные комплексы и аквапарки.
- Сельскохозяйственные сооружения.
- Логистические центры.
- Выставочные комплексы.
- Автосалоны и паркинги.
- Здания системы «Спайдер-В».
- Здания серии «Кондор».
- Ферменные конструкции.
- Стеновые и кровельные сэндвич-панели (системы «Венталл») с минераловатным утеплителем.
- Блок-контейнеры и здания из них.
- Фасадные системы, окна и двери.
- Холодногнутые оцинкованные профили.
- Крашеный и оцинкованный профлист.

Технологии, применяемые в производственном процессе, позволяют изготавливать здания шириной от 6 до 90 метров, одно- и многопролетные, различной этажности, без кранового оборудования и с кранами грузоподъемностью до 50 тонн.

В 1998 году завод металлоконструкций «Венталл» первым из российских производителей запустил в эксплуатацию цех по изготовлению стеновых и кровельных панелей с утеплителем из минеральной ваты. Технологическое оборудование изготовлено и поставлено ведущими мировыми производителями.

Трехслойные панели находят широкое применение в промышленном и гражданском строительстве. В первую очередь, это стеновые и кровельные ограждающие конструкции для различных зданий и сооружений. Также панели применяются для внутренних перегородок в производственных, складских и торговых помещениях; идеально подходят для огражда-

ющих конструкций холодильных камер промышленных холодильников. В последнее время широкое применение сэндвич-панели нашли при изготовлении мобильных зданий, сборно-разборных блок-контейнеров.

Краткая характеристика производства сэндвич-панелей

Производство трехслойных панелей оснащено современной технологической линией, позволяющей выпускать эти панели непрерывным потоком в автоматическом режиме. Линия позволяет выпускать структурные трехслойные панели с изоляционным сердечником из конструкционной минеральной ваты.

В производстве сэндвич-панелей используется только качественное сырье, все материалы предварительно проходят входной контроль на соответствие параметров, предъявляемых в требованиях на исходное сырье.

Весь технологический процесс изготовления трехслойных панелей разделяется на три основных потока:

- Подготовка ковра для сердечника из минеральной ваты, включающая в себя операции по нарезке ламелей и ориентации их волокон перпендикулярно облицовкам.
- На основной линии производится формирование профилей, гофров и замковых узлов на металлических обшивках, нанесение клеевой композиции на них с дальнейшим соединением обшивок и ковра минеральной ваты в прессе. При выходе из пресса непрерывная панель автоматически отмеряется на заданную длину и отрезается, не прерывая процесса ламинирования. Далее панели подаются на автоматический штабелер-укладчик, где происходит формирование транспортных пакетов.
- Упаковка транспортных пакетов осуществляется на автоматической упаковочной машине, которая обвязывает панели полиэтиленовой пленкой по всей длине пакета, образуя прочный и герметичный транспортный пакет. Далее упакованные панели поступают на склад готовой продукции.

Мощность линии по производству трехслойных панелей с минераловатным утеплителем составляет 1000 000 м² в год.

Основные преимущества технологической линии, позволяющие выпускать качественные сэндвич-панели:

- точное формирование замков типа Z-Lock;
- полный PLC управления основным оборудованием;
- компьютеризированное управление процессом резки, одновременный ввод до 150 различных длин панелей, возможна связь с таблицами Excel;
- графический интерфейс с ручным и автоматическим управлением;
- автоматическое регулирование подачи клеевой композиции, в зависимости от скорости главного привода;
- регулировка ширины панелей по цифровым индикаторам;
- цифровые показания координат по всей ширине (толщине) с точностью до 0,1 мм;
- регулируемое давление подачи минераловатного ковра с индикатором давления;
- грузоподъемность держателей рулонов до 8,0 т;
- не требуется производить дополнительных регулировок выравнивания во время работы линии;
- процесс прессования происходит в полностью закрытом кожухе.

Полностью автоматизированная технологическая линия, качественное исходное сырье и команда опытных специалистов гарантируют высокое качество выпускаемых сэндвич-панелей, отвечающее строгим требованиям российских и международных стандартов.

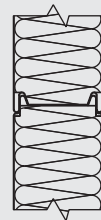
Краткая характеристика сэндвич-панелей

Небольшой вес, высочайший уровень качества, прекрасная теплоизоляция, легкость сборки-разборки, прочность, высокая влагостойкость, огнестойкость и шумоизоляционные характеристики, устойчивое антикоррозионное облицовочное покрытие, низкая стои-

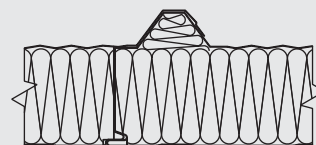
мость панелей делают их незаменимыми при строительстве наружных стен и кровли в любых климатических зонах.

Компания Ruukki выпускает стеновую панель «Венталл-СЗ» (Z-Lock) и кровельную панель «Венталл-КЗ» (5 Rib DRP). Все панели могут иметь различные варианты профилирования металлических обшивок. У кровельной панели наружная металлическая облицовка имеет пять высоких гофров, что значительно увеличивает жесткость панели. Стыковка по продольным кромкам панелей осуществляется посредством замков по принципу «шип-паз», узел соединения типа «Z-Lock». Кровельная панель по верхней обшивке стыкуется нахлестом двух смежных гофров. Между собой стеновые панели различаются способом примыкания друг к другу и способом крепления к несущим элементам каркаса – с помощью самонарезающих винтов.

Узлы соединения панелей по продольным кромкам



Венталл-СЗ



Венталл-КЗ

Преимущества применения сэндвич-панелей:

- замечательные теплоизоляционные свойства панелей дают возможность уменьшить толщины стен и перегородок, увеличивая этим полезную площадь здания;
- экологическая безопасность (производство без применения фреонов);
- соответствие гигиеническим и санитарно-эпидемиологическим требованиям;

Размеры выпускаемых панелей:

Параметр	«Венталл-СЗ»	«Венталл-КЗ»
Модульная ширина, мм	1190	1000
Толщина, мм	50 - 250	50 - 250

- малый вес панелей облегчает их монтаж;
- прочность, химическая и долговременная климатическая стойкость способствуют сохранению теплоизоляционных и механических свойств на протяжении длительного времени;
- широкий диапазон возможного использования;
- экономия энергоресурсов и материальных затрат;
- простой и быстрый монтаж;
- в течение многих лет панели не требуют никакой консервации поверхности.

Используемые материалы:

- В качестве теплоизоляционного слоя (сердечника) в сэндвич-панелях используются плиты теплоизоляционные из минеральной ваты, производимой из сырьевой смеси на основе горных пород базальтовой группы, скрепленных между собой синтетическим связующим. Из минераловатных плит нарезаются ламели с вертикальной ориентацией волокон, которые составляют основное ядро сердечника. Утеплитель обладает хорошими водоотталкивающими свойствами, что обеспечивает высокие теплозащитные свойства панелей при различных погодных-климатических условиях.
- В качестве облицовки сэндвич-панелей используется тонколистовая оцинкованная окрашенная сталь как импортного, так и российского производства. Масса цинкового покрытия с двух сторон составляет не менее 275 г/м². Наружные поверхности листов имеют коррозионно-стойкое полимерное или лакокрасочное покрытие тол-

щиной 25–200 мкм, а внутренняя поверхность – защитный полиэфирный или эпоксидный грунт толщиной 10 мкм. Полимерное покрытие обладает высоким сопротивлением к истиранию, устойчиво к взаимодействию с кислотными средами и красящими веществами, а также к ультрафиолетовому излучению. Это покрытие подходит для использования во внутренних помещениях пищевых производств. Стандартно применяются типовые покрытия наружной стороны: полиэфирное, матовый полиэфир, эпоксидное, поливинил-денфторид, пурал, пластизоль и др.

- Для обеспечения прочного соединения облицовки и утеплителя используется высококачественный клей на полиуретановой основе производства голландской фирмы Huntsman Polyurethanes. Композиция клея специально разработана таким образом, чтобы обеспечить высокие прочностные свойства соединения сердечника с металлическими облицовками в течение всего срока эксплуатации панелей. Сила сцепления металлических облицовок с минераловатным сердечником всегда выше нормативного критического значения, составляющего 100 кПа, что непрерывно контролируется в процессе производства панелей.

Поперечно-ориентированные волокна утеплителя, обеспечивающие стабильность механических свойств сердечника, и его плотное приклеивание к стальной облицовке обеспечивают высокие прочностные характеристики сэндвич-панелей.

Основные технические данные

Стеновые панели «Венталл-С3» с минераловатным утеплителем плотностью - 110 кг/м³

Тип панели	Толщина панели, мм	Длина панели, м	Масса панели при толщине обшивки, мм							
			0,5		0,55		0,6		0,7	
			кг/м ²	кг/м.п	кг/м ²	кг/м.п	кг/м ²	кг/м.п	кг/м ²	кг/м.п
Венталл-С3	50	2,5 - 12,0	14,5	17,3	15,4	18,3	16,2	19,3	17,8	21,2
	80		17,8	21,2	18,7	22,2	19,5	23,2	21,1	25,2
	100		20,0	23,9	20,9	24,8	21,7	25,8	23,3	27,8
	120		22,2	26,5	23,1	27,5	23,9	28,4	25,5	30,4
	150		25,5	30,4	26,4	31,4	27,2	32,4	28,8	34,3
	180		28,8	34,3	29,7	35,3	30,5	36,3	32,1	38,3
	200		31,0	36,9	31,9	37,9	32,7	38,9	34,3	40,9
	250		36,5	43,5	37,4	44,5	38,2	45,5	39,8	47,4

**Кровельные панели «Венталл-КЗ» с минераловатным утеплителем
плотностью - 130 кг/м³**

Тип панели	Толщина панели, мм	Длина панели, м	Масса панели при толщине обшивки, мм							
			0,5		0,55		0,6		0,7	
			кг/м ²	кг/м.п	кг/м ²	кг/м.п	кг/м ²	кг/м.п	кг/м ²	кг/м.п
Венталл-КЗ	50	2,5 - 12,0	17,1	17,1	18,0	18,0	18,9	18,9	20,7	20,7
	80		21,0	21,0	21,9	21,9	22,8	22,8	24,6	24,6
	100		23,6	23,6	24,5	24,5	25,4	25,4	27,2	27,2
	120		26,2	26,2	27,1	27,1	28,0	28,0	29,8	29,8
	150		30,1	30,1	31,0	31,0	31,9	31,9	33,7	33,7
	180		34,0	34,0	34,9	34,9	35,8	35,8	37,6	37,6
	200		36,6	36,6	37,5	37,5	38,4	38,4	40,2	40,2
	250		43,1	43,1	44,0	44,0	44,9	44,9	46,7	46,7

• **Область применения**

**Применение технологии обшивки
трехслойными панелями**

Трехслойные панели с профилированной поверхностью и наполнителем из минеральной ваты в настоящее время являются одним из наиболее предпочтительных строительных материалов. С применением в строительстве систем на основе сэндвич-панелей решается комплекс задач по устройству наружных ограждений зданий и внутренних перегородок, обеспечивающих теплоизоляцию, огнестойкость, надежную пароизоляцию и воздухопроницаемость, звукоизоляцию и качественную отделку как наружных, так и внутренних поверхностей.

Строительные изоляционные трехслойные панели (системы «Венталл»), то есть стеновые и кровельные системы на базе: металлический лист – минеральная вата – металлический лист, используются для построения внешних и внутренних стен, потолочных и кровельных покрытий зданий. Сочетания различных материалов, размеров и систем соединения панелей позволяют осуществить строительство любых объектов, таких как:

- промышленные и складские многопролетные здания;
- спортивные сооружения (ледовые дворцы, катки, корты, игровые площадки);
- торгово-промышленные центры, торговые предприятия;
- административные здания;
- грузовые терминалы и складские сооружения;

- различные объекты благоустройства городов;
- паркинги и автозаправочные станции;
- холодильные камеры и промышленные холодильники;
- мобильные модульные быстровозводимые здания.

Особой областью применения в перспективе является использование трехслойных изоляционных панелей для реконструкции жилых панельных домов.

Допускаемая область применения сэндвич-панелей

- а) По геологическим и геофизическим условиям:
 - обычные условия строительства;
 - строительство на вечномёрзлых грунтах, используемых по I принципу.
- б) По природно-климатическим условиям:
 - допускаемые нормативные значения снеговой нагрузки и нормативное значение ветрового давления принимаются по расчету в зависимости от климатического района ведения строительства данного объекта;
 - допускаемая расчетная зимняя температура наружного воздуха не ниже -50°C (с применением покрытия Pural до -65°C);
 - допускаемая зона влажности: сухая, нормальная, влажная;
 - допускаемая степень агрессивности окружающей среды: неагрессивная, слабоагрессивная, среднеагрессивная.

Перечисленные качества трехслойных изолирующих панелей свидетельствуют о том, что их можно без каких-либо ограничений использовать при строительстве объектов различного назначения как в районах с жарким климатом, так и в районах с суровым холодным климатом.

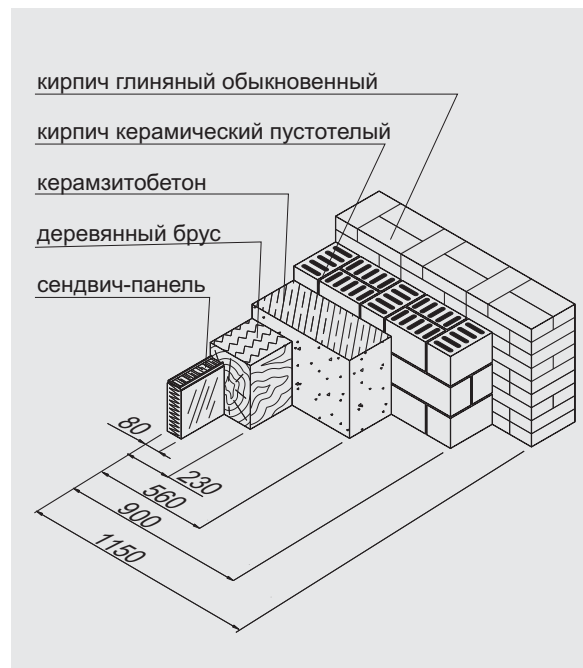
В дальнейшем предполагается более широкое применение трехслойных панелей в строительстве, т. к. они обладают целым рядом преимуществ по сравнению с другими строительными материалами.

Высокие теплоизоляционные свойства

Сердечник сэндвич-панелей из минеральной ваты обладает одной из наиболее низких теплопроводностей между изолирующими материалами, что способствует эффективной задержке тепла или поддержанию охлаждающей среды.

Достижимое сопротивление теплопередаче колеблется в пределах от 1,19 до 5,31 $\text{м}^2\text{°C/Вт}$. Для того чтобы достичь теплоизолирующих свойств ограждающей конструкции, сравнимых с сэндвич-панелью толщиной 80 мм, необходимо изготовить стены толщиной:

- 1150 мм – из кирпича глиняного обыкновенного;
- 900 мм – из кирпича керамического пустотелого;
- 560 мм – из керамзитобетона;
- 230 мм – из деревянного бруса (сосна, ель).



Совершенные теплоизоляционные свойства новых строительных материалов, к которым относятся сэндвич-панели (системы «Венталл»), приводят научных исследователей к прогнозам, что применение указанных материалов в мировом масштабе может уменьшить потребность энергии более чем на 10%. Такой вывод подтверждается увеличением спроса на ограждающие и кровельные сэндвич-панели с минераловатным утеплителем на рынке строительных материалов.

Высокая огнестойкость

Важным показателем при проектировании различных объектов является огнестойкость несущих и ограждающих конструкций. Материалы, которые используются при изготовлении панелей, относятся к категории НГ, негорючих. Так, стеновые сэндвич-панели с толщиной минераловатного утеплителя 100 мм имеют предел огнестойкости EI 60, что соответствует для наружных ненесущих стен I степени огнестойкости зданий или 1 типу противопожарных преград для перегородок по СНиП 21-01-97. Кровельные панели за счет плотного стыка по продольным кромкам и нахлеста гофров, при испытаниях натурного образца толщиной 50 мм в условиях реального пожара показали высокую степень огнестойкости в течение 90 минут. Обладая высокой степенью огнестойкости, сэндвич-панели (системы «Венталл») неоднократно использовались для устройства противопожарных преград

совместно с несущими конструкциями, обеспечивающими устойчивость преграды под воздействием огня и продуктов горения. Следующий график наглядно показывает испытания на огнестойкость конструкции стены из сэндвич-панелей толщиной 150 мм. На 130 минуте испытаний температура на необогреваемой поверхности панелей максимально составляла 75°C, в то время как температура в огневой камере была выше 1000°C.



Водостойкость

Трехслойные изоляционные панели отличаются высокой водостойкостью благодаря хорошим водоотталкивающим свойствам минерального утеплителя, который не имеет эффекта капиллярного впитывания влаги. Общее содержание влаги, конденсируемой из воздуха во внутреннем объеме утеплителя, не превышает 1% при относительной влажности воздуха 95%. Это обеспечивает высокие теплозащитные свойства панелей при различных погодных-климатических условиях. Дополнительной защитой внутреннего слоя панелей от проникновения воздуха и воды является наличие уплотняющего и герметизирующего материала в замках по продольным стыкам панелей.

Звукоизоляция

Одним из основных предназначений ограждающих строительных панелей является обеспечение изоляции от шума, т. е. защиты помещения от проникающих извне звуков или, наоборот, предотвращение проникновения наружу шума, возникающего в помещении. При прохождении звука через сэндвич-панель с эффективным утеплителем происходит снижение уровня воздушного шума вследствие звукоизоляции и звукопоглощения.

Для оценки звукоизоляции ограждающих конструкций из стеновых и кровельных сэндвич-панелей в следующей таблице приведен индекс изоляции воздушного шума R_w (дБ) для панелей различной толщины.

Толщина панели, мм	50	80	100	120	150	180	200	250
Индекс изоляции воздушного шума R_w , дБ, не менее	31	31	35	36	36	37	37	37

На следующем рисунке приведена зависимость частотной характеристики изоляции воздушного шума в третьоктавных полосах акустического частотного диапазона для различных толщин панелей, определенных при испытаниях натуральных образцов по ГОСТ 27296.



Низкая масса

Низкая масса трехслойных изоляционных панелей по сравнению с традиционными строительными материалами облегчает обращение с ними, их складирование, транспортировку, обработку и монтаж. Вышеперечисленные качества снижают стоимость возводимых объектов и позволяют сократить время на строительство в несколько раз.

Механические свойства и химическая стойкость

Трехслойные изоляционные панели выдерживают высокий уровень сжатия и растяжения в направлении перпендикулярно обшивкам, обладают высокой прочностью при сдвиге утеплителя, что подтверждают постоянно проводимые испытания на готовых образцах в лаборатории завода. При соединении металлических листов облицовки с минераловатным наполнителем сердечника используется клей, отличающийся высокой прочностью, что обеспечивает неизменность трехслойной конструкции при длительной эксплуатации.

Сэндвич-панели обладают высоким уровнем стойкости к широкому кругу химикатов, масел и растворителей. Окончательная отделка лицевых поверхностей панелей обеспечивает их высокую стойкость к коррозионному воздействию окружающей среды, что гарантирует долговременную климатическую стойкость.

Долговечность

Длительную долговечность трехслойных панелей в пределах 30–40 лет, при условии квалифицированного монтажа и постоянного контроля над ограждающими конструкциями, гарантируют:

- высококачественные используемые материалы;
- передовая технология производства;
- полимерные покрытия поверхностей с устойчивостью цветов при минимальном обслуживании.

Вышеперечисленные основные отличительные качества трехслойных изолирующих сэндвич-панелей удовлетворяют запросы самых требовательных заказчиков, желающих работать совместно с нашей компанией в области передовых строительных технологий.

Облицовка панелей, расцветка

Для производства трехслойных сэндвич-панелей компания Ruukki тщательно подбирает всех поставщиков исходного сырья. Особенно важное внимание уделяется подбору поставщиков металлопроката для изготовления облицовок сэндвич-панелей.

В качестве облицовки панелей используется сталь тонколистовая оцинкованная с полимерным или лакокрасочным покрытием как импортного, так и российского производства. Толщина используемой стали – 0,50–0,70 мм. В качестве основы используется холоднокатанный прокат марок 08Ю, 08пс, Fe P03G оцинкованный с двух сторон, цинковое покрытие не менее 275 г/м². Стандартным покрытием наружной поверхности панелей является лакокрасочное покрытие с использованием полиэфирной эмали толщиной 20–25 мкм. Внутренняя поверхность металлических листов покрыта эпоксидной краской толщиной 10–15 мкм.



Стандартные поверхности покрытия:

Полиэфир (PE), толщина покрытия – 20–25 мкм	<ul style="list-style-type: none"> – хорошие деформируемость и декоративные свойства; – хорошая устойчивость к погодным условиям, коррозиестойкость, стойкость при гибке и царапании; – максимальная температура эксплуатации – +90⁰С.
Поливинилденфторид (PVDF), толщина покрытия – 25–27 мкм	<ul style="list-style-type: none"> – деформируемость – от хорошей до отличной; – отличная устойчивость к погодным условиям; – высокая устойчивость к мелению и цветовая стабильность. – особенно хорошо подходит для наружного использования. – максимальная температура эксплуатации – +110⁰С.
Пурал (PUR), толщина покрытия – 50 мкм	<ul style="list-style-type: none"> – деформируемость – от хорошей до отличной; – отличная устойчивость к погодным условиям; – высокая устойчивость к мелению и цветовая стабильность. – особенно хорошо подходит для наружного использования. – максимальная температура эксплуатации – +110⁰С.

Уникальные свойства металла с полимерными покрытиями позволяют обрабатывать металлические листы давлением в устройстве профилирования линии и организовывать замковые элементы по боковым поверхностям панелей. Для защиты отделочного покрытия на листы облицовки может быть наклеена защитная полиэтиленовая пленка, эта услуга предлагается по дополнительному соглашению с потребителем. Эта пленка также защищает готовую панель с обеих сторон от возможных механических повреждений в процессе производства и на монтаже. После окончания монтажа защитная пленка удаляется. Таким образом, достигается высокий эстетический уровень всего строительства без необходимости каких-либо дополнительных работ, связанных с защитой облицовочных панелей.

Другие виды покрытия, используемые по особому требованию:

- матовый полиэфир, толщиной 35 мкм;
- Пищевой ламинат, толщиной 120 мкм;
- эпоксидное покрытие (ЕРО), толщиной > 25 мкм;

Возможно применение других видов антикоррозионного покрытия, не уступающего по своим характеристикам указанным.

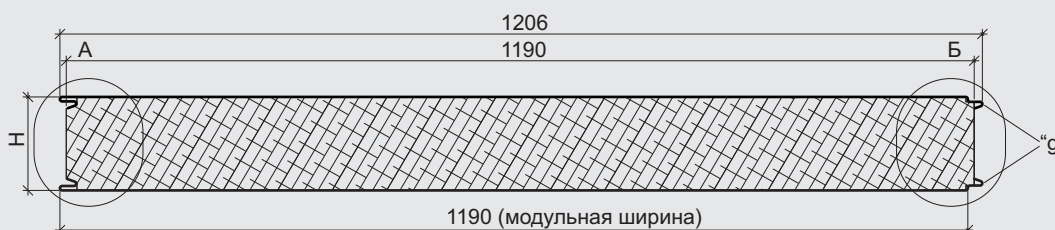
Стеновые панели: типы, обозначения

Панель «Венталл-С3»

Стеновые трехслойные панели с несгораемым утеплителем из минеральной ваты

Типовые обозначения	Стандартная толщина Н, мм	Толщина листа металлических обшивок, мм	Описание*
Венталл			
-C3gg	50; 80; 100; 120; 150;	0,50	Профилирование обшивок:
-C3vv	180; 200; 230; 250	0,55	– гладкий лист;
-C3mm		0,60	– 5V-образных канавок
-C3tt		0,63	– мелкопрофильное;
		0,70	– трапециевидное ступенчатое

* Возможны различные комбинации профилирования металлических обшивок: первая буква обозначает вид профиля наружной поверхности, а вторая – вид профиля внутренней поверхности панели.



Эти покрытия обладают отличной коррозионной стойкостью, стойкостью к атмосферным воздействиям, высокой степенью формовости и стабильностью внешнего вида на протяжении всего срока эксплуатации сэндвич-панелей. Покрытия пригодны как для наружного, так и для внутреннего применения.

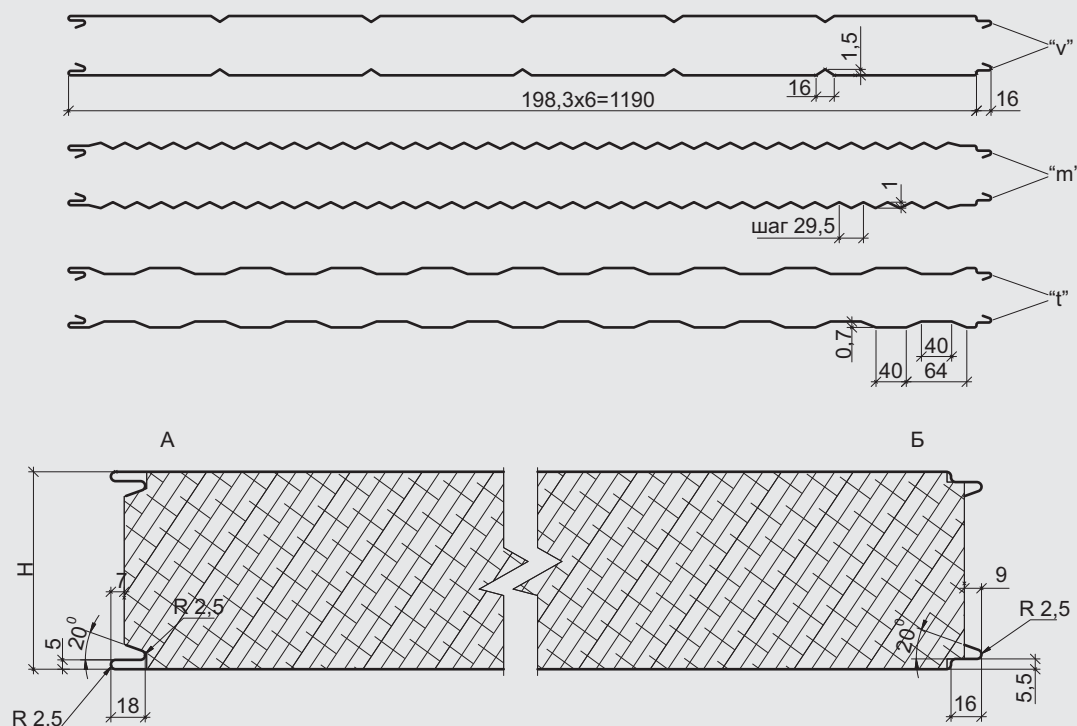
Шкала цветов, используемая для окрашивания облицовочного слоя сэндвич-панелей, очень широкая. Все цвета и оттенки определяются шкалой по стандарту RAL.

Стандартные цвета полимерного покрытия, используемые для изготовления трехслойных панелей

серо-белый	RAL 9002
белый	RAL 9003
бежевый	RAL 1014
желтый	RAL 1018
серый	RAL 7004
зеленый	RAL 6002
синий	RAL 5005
красный	RAL 3003
светло-серый	RAL 7047
светло-бежевый	RAL 1015
голубой	RAL 5012
серебристый	RAL 9006

По требованию заказчика возможно изготовить панели с другими цветами и оттенками, соответствующими шкале RAL или финской шкале RR.

Варианты профилирования верхней и нижней обшивок

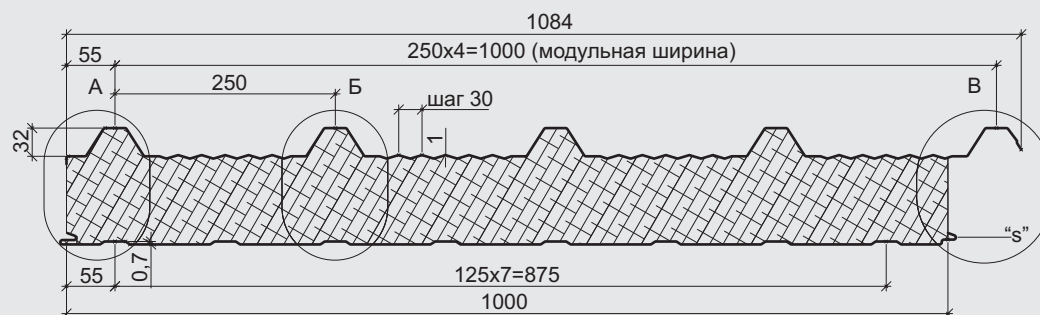


Кровельные панели: типы, обозначения

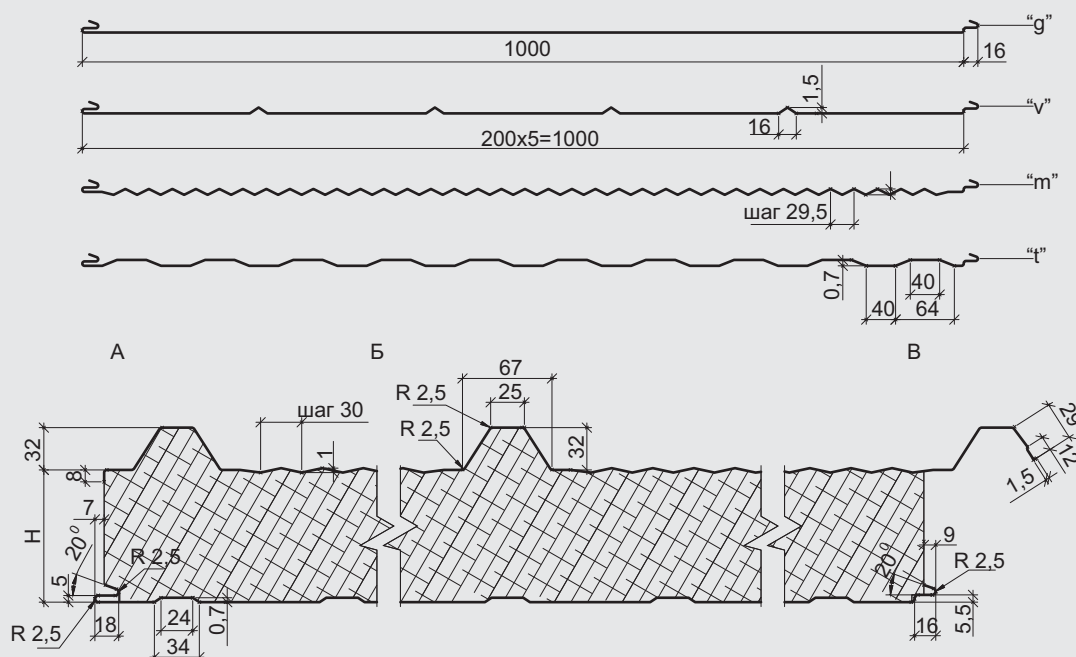
Панель «Венталл-К3»

Кровельные трехслойные панели с несгораемым утеплителем из минеральной ваты

Типовые обозначения	Стандартная толщина Н, мм	Толщина листа металлических обшивок, мм	Описание*
Венталл			
-K3s	50; 80; 100; 120; 150;	0,50	Профилирование нижней обшивки:
-K3g	180; 200; 230; 250	0,55	– стандартное ступенчатое;
-K3v		0,60	– гладкий лист;
-K3m		0,63	– V-образные канавки
-K3t		0,70	– мелкопрофильное;
			– трапециевидное ступенчатое



Варианты нижней обшивки



- **Технические данные**

Используемые материалы и их физико-механические свойства

Металлические листы для внешних облицовок

В качестве основного исходного сырья используется прокат тонколистовой холоднокатаный и горячеоцинкованный с полимерными покрытиями:

- сталь тонколистовая оцинкованная с непрерывных линий по ГОСТ Р 52246-2004 и с полимерным покрытием по ГОСТ Р 52146-2003 «Новолипецкого металлургического комбината» (НЛМК) и ОАО «Северсталь»;
- сталь оцинкованная с полимерными покрытиями производства фирмы «Rautaruukki Oy Strip», Финляндия;
- сталь оцинкованная с полимерными покрытиями производства «Магнитогорского металлургического комбината» по СТО ММК 376-2005.

При изготовлении металлического проката используется сталь марок: 08Ю, 08пс, 08кп, DX54D, 5250GD толщиной 0,50; 0,55; 0,60; 0,70 мм и массой цинкового покрытия не менее 275 г/м² с двух сторон.

Механические свойства металлического проката:

- предел текучести, σ_T – 205–260 Н/мм²
- предел прочности, σ_B – 270–420 Н/мм²
- относительное удлинение, δ_4 – ≤21%

Утеплитель для среднего слоя (сердечника)

Основным сырьем для изготовления утеплителя сердечника в сэндвич-панелях являются плиты теплоизоляционные из минеральной ваты на синтетическом связующем. Минеральная вата для изготовления плит производится из сырьевой смеси на основе горных пород базальтовой группы. В качестве связующего при производстве плит применяются композиции, состоящие из водорастворимых синтетических смол, модифицирующих, гидрофобизирующих, обеспыливающих и других добавок.

Используются минераловатные плиты следующих плотностей: для производства стеновых панелей – 105 - 110 кг/м³, а для кровельных панелей – 130 кг/м³.

В качестве среднего слоя в сэндвич-панелях могут применяться плиты теплоизоляционные из минеральной ваты СЭНДВИЧ БАТТС-С и -К по ТУ 5762-006-45757203-99 и ТС-07-1443-06 производства «ROCKWOOL», ИЗОМИН СС и СК по ТУ 5762-003-58256885-2007 производства ООО «Изомин», техносэндвич С и К по ТУ 5762-043-17925162-2006 производства ЗАО «Технониколь», полужесткие плиты из базальтового волокна с поперечным расположением волокон типа AKL финской фирмы «PAROK» и плиты, ламели конструкционные из минеральной ваты на синтетическом связующем марок CES50 (75) и CEL50 (75) производства «UAB PAROC», Литва.

Теплофизические и механические показатели вышеперечисленных материалов не уступают по своим качествам теплоизоляционным плитам фирмы «IZOMAT».

Вышеприведенные показатели определяются на вырезанных ламелях с вертикально ориентированным волокном. Теплопроводность и прочностные характеристики определяются при направлении теплового потока и приложении нагрузки вдоль волокон.

Минераловатные плиты, применяемые в качестве среднего слоя в сэндвич-панелях, относятся к группе негорючих материалов (НГ по СНиП 21-01-97*), что подтверждается сертификатами пожарной безопасности и испытаниями, проведенными в соответствии с требованиями ГОСТ30244.

Клей

Совместная работа всех слоев в сэндвич-панели обеспечивается их склеиванием между собой с использованием двухкомпонентной полиуретановой композиции, состоящей из полиола и изоцианата. Стандартно применяется композиция из продуктов «Daltofoam TR» и «Suprased» производства голландской фирмы «Huntsman Polyurethanes». Daltofoam TR представляет собой смесь полиолов, содержащую катализатор, поверхностно-активные вещества и воду в качестве вспенивающего агента. Этот продукт рекомендован для применения в производстве композитных покрытий и структурных панелей в качестве клея. В сочетании с изоцианатом Suprased, композиция дает пену, соответствующую нормативному стандарту пожаробезопасности ISO3582.

Свойства клеевой композиции:

Вязкость при температуре 20–25°C:

- Daltofoam TR ≥ 75 –80 сек. – компонент А (полиол);
- Suprased ≥ 60 сек. – компонент Б (изоцианат).

После смешивания компонентов А:Б в соотношении 1:1,7 весовых частей или 40:60% по объему, композиция должна удовлетворять следующим требованиям:

- индукционный период (время старта) – 8–14 сек.;
- период начала нитеобразования – 20–28 сек.;
- жизнеспособность – не более 35–45 сек.;
- плотность свободной пены – не более 125 кг/м³.

Физико-механические показатели минераловатных плит, используемых для изготовления сердечника сэндвич-панелей

Наименование показателя	Ед.изм.	Тип панели	
		Стеновая	Кровельная
Плотность	кг/м ³	85-140	115-155
Теплопроводность при (298±5) ⁰ К, λ_{25} , не более	Вт/(м ⁰ К)	0.045	0.046
Теплопроводность расчетная (в сухом состоянии), λ_{cp}^0 , не более	Вт/(м ⁰ К)	0.049	0.050
Прочность на сжатие, не менее	кПа	60	100
Прочность при растяжении, не менее	кПа	100	100
Прочность на сдвиг в поперечном сечении, не менее	кПа	50	75
Влажность, % по массе, не более	%	1,0	
Содержание органических веществ, не более	%	3,5	
Паропроницаемость, не менее	мг/м ² ·ч·Па	0.33	0.32

Прочность клеевого соединения «сталь по стали» при отрыве – не менее 2 Мпа.

В качестве клея допускается применять двухкомпонентные композиции производства следующих фирм: «Oy Henkel Liimat Ab» (Финляндия), «Kiilto Oy» (Финляндия), «Henkel Teroson GmbH» (Германия).

Несущая способность панелей

В данный раздел входят таблицы с расчетными и практически проверенными данными. При расчетном определении несущей способности трехслойных панелей использованы методики и рекомендации статического расчета панелей, основывающиеся на «European Recommendations for the Design of Sandwich Panels» (ECCS doc. № 66 1991) и «Preliminary European Recommendations for Sandwich Panels with Additional Recommendations for Panels with Mineral Wool Core Material» (CIB Report 148, 1995), а также Европейского стандарта En14509 «Steel-supporting double skin metal faced insulating panel».

Статическая оценка проводилась с учетом характерных данных базальтовой минеральной ваты с вертикальным расположением волокон, составляющей ядро панелей. Эти данные регулярно контролируются в процессе производства.

При расчетах принято условие, что плотно приклеенный к наружным металлическим облицовкам утеплитель способствует в распределении напряжений от воспринимаемых нагрузок, заставляя тем самым панель вести себя как единое целое. При этом внешние металлические слои воспринимают усилия растяжения и сжатия, а минераловатный сердечник – усилия сдвига, тем самым обеспечивается высокая несущая способность многослойной панели.

Статический расчет сэндвич-панелей производился таким образом, чтобы соблюдались условия предельных состояний несущей способности и неизменяемости формы панелей. Для стеновых и кровельных панелей вычислены предельные значения несущей способности в зависимости от расстояний между опора-

ми. Принятые схемы нагружения: статически определенная однопролетная балка и статически неопределенная двухпролетная балка. При многоопорном креплении учтено комплексное воздействие нагрузок.

В таблицах приведены данные несущей способности панелей, рассчитанных как минимальная прочность при различных видах предельного состояния панелей по следующим критериям:

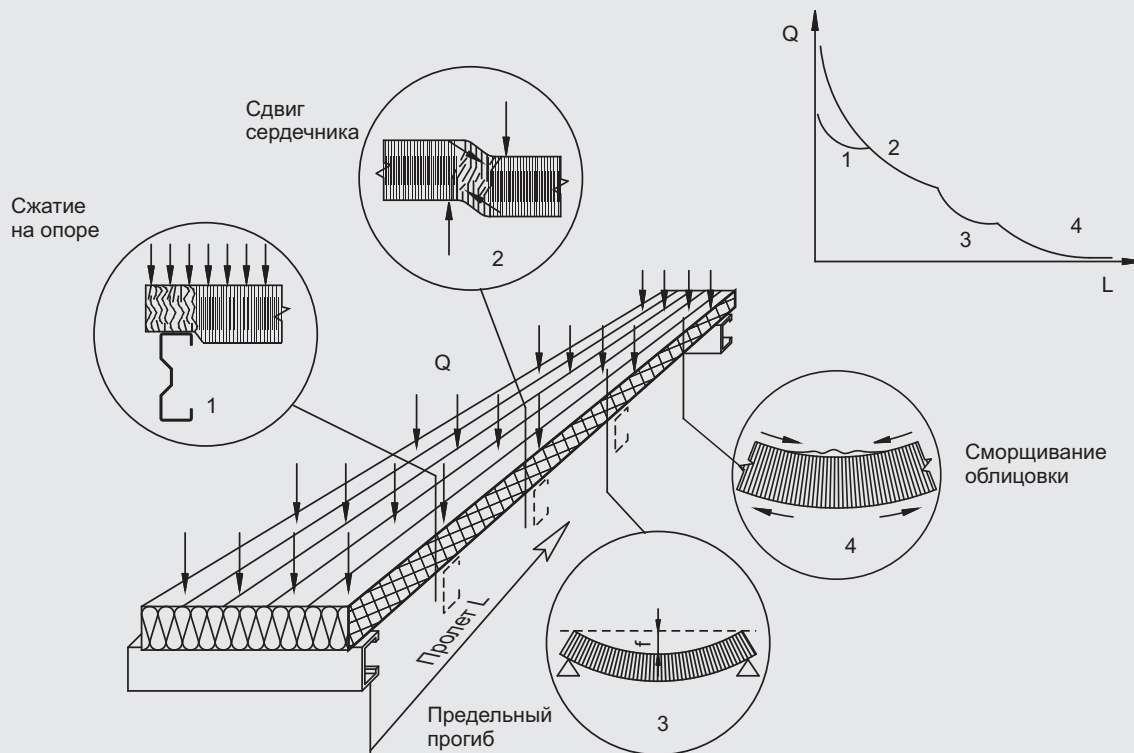
- по предельному прогибу панелей под воздействием нагрузок;
- по прочности сдвига минераловатного утеплителя в точке максимальной поперечной силы (в зоне опор);
- по прочности на сморщивание облицовок, т. е. потери устойчивости сжатой поверхности наружного листа от нормальных напряжений;
- по критерию разрушения сердечника в окрестностях опоры от сжимающих нагрузок;
- по прочности на сдвиг профиля гофров кровельных панелей;
- по температурному воздействию.

Принятые коэффициенты перегрузки и надежности по материалам:

Постоянные нагрузки (собственный вес)	1,35
Температурные воздействия	1,2
Ползучесть материала сердечника	1,5
Сдвиг материала сердечника	2,0
Раздавливание сердечника	1,25
Смятие (сморщивание) металлической обшивки	2,0

Данные о несущей способности панелей приведены в таблицах с учетом собственного веса панели, и, в случае с кровельными панелями, учтена сосредоточенная нагрузка 100 кгс (СНиП 2.01.07-85* «Нагрузки и воздействия»), приложенная к элементу в неблагоприятном положении, т. е. по центру панели.

Зависимость наступления предельных состояний панели при увеличении длины пролета



Таблицы несущей способности стеновых панелей

Схема нагружения – однопролетная балка



Примечание:

1. Толщина панелей в таблице приравнена к толщине утеплителя.
2. Толщина металлических обшивок принята 0,6 мм.
3. Ширина опор не должна быть менее 40 мм.
4. При определении предельного прогиба учтена разность температур наружной и внутренней металлической обшивки $\Delta T = 55^\circ\text{C}$.
5. Допускаемый прогиб принят $L/100$ пролета.

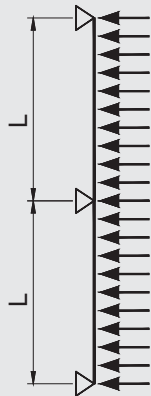
Толщина
панели,
мм

Несущая способность при равномерно распределенных нагрузках, кг/м^2

Пролет, м

	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
50	250	167	125	100	83	64	40	25	14			
80	400	267	200	160	133	114	100	87	70	52	38	28
100	500	333	250	200	167	143	125	111	88	73	61	52
120	600	400	300	240	200	171	150	131	106	88	74	63
150	750	500	375	300	250	214	188	164	132	109	92	78
180	900	600	450	360	300	257	225	196	159	131	110	94
200	1000	667	500	400	333	286	250	218	177	146	123	105
250	1250	833	625	500	417	357	313	273	221	182	153	131

Схема нагружения – неразрезная двухпролетная балка



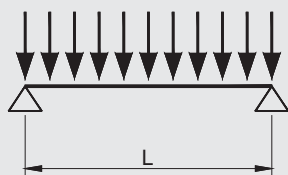
Примечание:

1. Толщина панелей в таблице приравнена к толщине утеплителя.
2. Толщина металлических обшивок принята 0,6 мм.
3. Ширина внешних опор не должна быть менее 40 мм, а внутренних – менее 70 мм.
4. При определении предельного прогиба учтена разность температур наружной и внутренней металлической обшивки $\Delta T = 55^\circ\text{C}$.
5. Допускаемый прогиб принят $L/100$ пролета.
6. В случаях, когда на панели действует прямое солнечное излучение, то данная таблица должна рассматриваться совместно с таблицей по ограничению длины пролета в зависимости от цвета внешней облицовки при неразрезной схеме крепления.

Толщина панели, мм	Несущая способность при равномерно распределенных нагрузках, кг/м ²											
	Пролет, м											
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
50	200	133	100	80	67	57	50	44	40	36	31	26
80	320	213	160	128	107	91	80	71	64	58	49	42
100	400	267	200	160	133	114	100	89	80	73	61	52
120	480	320	240	192	160	137	120	107	96	87	74	63
150	600	400	300	240	200	171	150	133	120	109	92	78
180	720	480	360	288	240	206	180	160	144	131	110	94
200	800	533	400	320	267	229	200	178	160	145	123	105
250	1000	667	500	400	333	286	250	222	200	182	153	131

Таблицы несущей способности кровельных панелей

Схема нагружения – однопролетная балка

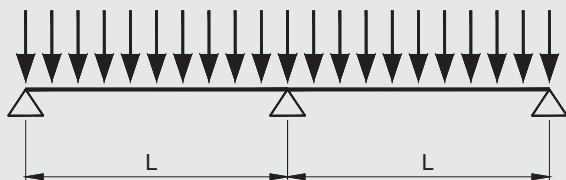


Примечание:

1. Толщина панелей в таблице приравнена к толщине утеплителя.
2. Толщина металлических обшивок принята 0,6 мм.
3. Ширина опор не должна быть менее 60 мм.
4. При расчете несущей способности учтена собственная масса панелей и сосредоточенная нагрузка величиной 100 кгс в середине пролета.
5. Допускаемый прогиб принят $L/200$ пролета.

Толщина панели, мм	Несущая способность при равномерно распределенных нагрузках, кг/м ²											
	Пролет, м											
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
50	249	157	111	71	38	15						
80	468	301	218	166	112	74	46	25				
100	614	398	289	224	164	116	79	50	30			
120	761	494	361	281	218	160	111	75	49	30		
150	980	638	467	365	297	228	160	112	78	54	35	21
180	1199	783	574	449	366	298	210	151	108	77	54	36
200	1345	879	645	505	412	343	244	176	128	93	67	47
250	1714	1123	811	603	462	361	285	226	178	140	102	76

Схема нагружения – неразрезная двухпролетная балка



Примечание:

1. Толщина панелей в таблице приравнена к толщине утеплителя.
2. Толщина металлических обшивок принята 0,6 мм.
3. Ширина внешних опор не должна быть менее 60 мм, а внутренних – менее 80 мм.
4. При расчете несущей способности учтена собственная масса панелей и сосредоточенная нагрузка величиной 100 кгс в середине пролета.
5. Допускаемый прогиб принят $L/200$ пролета.
6. В случаях, когда на панели действует прямое солнечное излучение, то данная таблица должна рассматриваться совместно с таблицей по ограничению длины пролета в зависимости от цвета внешней облицовки при неразрезной схеме крепления.

Толщина панели, мм	Несущая способность при равномерно распределенных нагрузках, кг/м ²											
	пролет, м											
	1,0	1,5	2,07	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5
50	174	107	74	54	40	31	21					
80	348	221	158	120	95	77	59	36	20			
100	464	298	214	164	131	107	87	57	37	22		
120	581	374	271	209	167	138	114	78	53	34	21	
150	755	488	355	275	222	183	155	110	77	54	36	22
180	929	603	439	341	276	229	194	142	102	73	51	34
200	1045	679	495	385	312	260	220	163	119	86	61	43
250	1339	873	639	499	406	339	289	219	163	122	91	66

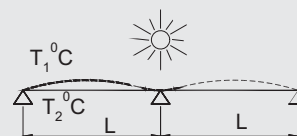
Таблицы ограничения длины пролета в зависимости от разности температур на внешней и внутренней облицовках панелей при многопролетной схеме крепления

Из-за значительной разницы температур внешних и внутренних металлических листов и при многопролетной схеме крепления панелей может происходить коробление более нагретых облицовок в зонах максимальных изгибающих моментов. Температура на внешней стороне облицовки имеет максимальные значения летом и зависит от цвета и отражательной способности поверхности. Все цвета и оттенки разбиты на три условные группы, их характеристики указаны в следующей таблице:

Во избежание местных потерь устойчивости металлических облицовок, находящихся в процессе эксплуатации под солнечным воздействием, необходимо ограничить расстояния опирания многопролетной панели таким образом, чтобы возникающие нормальные напря-

Схема температурного воздействия на панель

$$\Delta T = T_1 - T_2$$



Группа	Отражательная способность *R _G , %	Макс. температура внешней обшивки	Примеры цветовой гаммы	
			RAL	Rautaruukki
1 очень светлые цвета	75 – 90	+55 ⁰ С	1013; 1014; 1018; 7035; 9001; 9002; 9003; 9010; 9016	RR20; RR21; RR143; RR807
2 светлые цвета	40 – 74	+65 ⁰ С	1002; 1024; 2001; 2004; 5012; 5021; 6011; 7004; 7032	RR24; RR34; RR40; RR210
3 темные цвета	8 – 39	+80 ⁰ С	3003; 5005; 6002; 6010; 7016; 8004; 8011; 8014; 9000	RR35; RR41

*R_G - отражательная способность относительно оксида магния (=100%).

жения в облицовках не превышали бы критических значений. В следующих таблицах приведены максимально допустимые длины пролетов панелей в зависимости от цвета наружных облицовок при многопролетной схеме крепления.

Максимально допустимая длина пролета (м) при неразрезной схеме крепления стеновых панелей в зависимости от цвета внешней облицовки

Толщина панели, мм	Группа цвета наружной облицовки		
	1	2	3
50	2,7	2,1	1,75
80	3,4	2,6	2,2
100	3,8	2,9	2,4
120	4,1	3,2	2,7
150	4,6	3,6	3,0
180	5,0	3,9	3,3
200	5,3	4,1	3,5
250	6,0	4,6	3,8

Максимально допустимая длина пролета (м) при неразрезной схеме крепления кровельных панелей в зависимости от цвета внешней облицовки

Толщина панели, мм	Группа цвета наружной облицовки		
	1	2	3
50	2,9	2,3	2,0
80	3,7	2,9	2,5
100	4,1	3,2	2,8
120	4,5	3,5	3,0
150	5,0	3,9	3,3
180	5,5	4,3	3,6
200	5,8	4,5	3,8

Теплоизоляционные свойства

С учетом расчетного среднего коэффициента теплопроводности минераловатных плит ниже приведены значения сопротивления теплопередаче сэндвич-панелей (системы «Венталл») в зависимости от их типа. При вычислении принят коэффициент теплопроводности для ламелей, вырезанных из минераловатных плит, с перпендикулярно расположенными волокнами относительно металлических облицовок, который в зависимости от плотности материала составляет:

Для плит плотностью:

$$105 - 110 \text{ кг/м}^3 - \lambda_{CP}^0 = 0,045 \text{ Вт/м}^\circ\text{С}$$

$$130 \text{ кг/м}^3 - \lambda_{CP}^0 = 0,046 \text{ Вт/м}^\circ\text{С}$$

Стеновые панели

Тип панели	Толщина панели h, мм	Приведенное сопротивление теплопередаче $R_0, \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}$
Венталл-СЗ	50	1,26
	80	1,92
	100	2,36
	120	2,80
	150	3,46
	180	4,12
	200	4,56
	250	5,67

Кровельные панели

Тип панели	Толщина панели h, мм	Приведенное сопротивление теплопередаче $R_0, \text{ м}^2 \cdot ^\circ\text{С/Вт}$
Венталл-КЗ	50	1,21
	80	1,84
	100	2,26
	120	2,68
	150	3,32
	180	3,95
	200	4,37
	250	5,43

При применении в качестве сердечника других теплоизоляционных материалов с отличным коэффициентом теплопроводности необходимо произвести перерасчет фактического значения сопротивления теплопередаче ограждающих конструкций.

Требуемое сопротивление теплопередаче стен и покрытий для зданий различного назначения и разных климатических условий регламентировано СНиП 23-02-2003 и СП 23-101-2004. Степень теплозащиты зависит от числа градусо-суток отопительного периода, определяемого по данным главы СНиП 23-01-99. В соответствии с этими требованиями и учетом области применения трехслойных ограждающих панелей, по назначению здания образуют 3 группы:

1. жилые, лечебно-профилактические и детские учреждения, школы, интернаты;
2. общественные, кроме указанных выше, административные и бытовые, за исключением помещений с влажным или мокрым режимом;
3. производственные с сухим и нормальным режимами.

Ниже, для примера, в таблице для большого числа городов РФ и указанных выше групп зданий приведено значение необходимой мини-

мальной толщины сэндвич-панелей для стен и покрытий, при этом требуемое сопротивление теплопередаче ограждающих конструкций определено исходя из необходимости соблюдения санитарно-гигиенических требований, условий комфортности и требований энергосбережения.

Тип помещения	Стены		Кровля		Градусо-сутки
	R_0^{TP} м²х°С/Вт	Толщина, мм	R_0^{TP} м²х°С/Вт	Толщина, мм	
	Архангельск				
1	3,40	180	5,05	250	5700
2	2,91	150	3,88	200	
3	2,14	100	2,92	150	
	Белгород				
1	2,80	150	4,20	200	4000
2	2,40	120	3,20	180	
3	1,80	100	2,50	120	
	Волгоград				
1	2,76	150	4,15	200	3900
2	2,36	120	3,16	180	
3	1,78	100	2,47	120	
	Вологда				
1	3,22	180	4,80	250	5200
2	2,76	150	3,68	180	
3	2,04	100	2,80	150	
	Воронеж				
1	2,90	150	4,35	250	4300
2	2,49	120	3,32	180	
3	1,86	100	2,57	150	
	Владимир				
1	3,11	150	4,65	250	4900
2	2,67	150	3,56	180	
3	1,98	100	2,72	150	
	Грозный				
1	2,41	120	3,65	180	2900
2	1,96	100	2,76	150	
3	1,58	80	2,22	120	
	Екатеринбург				
1	3,38	180	5,0	250	5600
2	2,88	150	3,84	200	
3	2,12	100	2,90	150	
	Казань				
1	3,22	180	4,80	250	5200
2	2,76	150	3,68	180	
3	2,04	100	2,80	150	
	Краснодар				
1	2,27	120	3,45	180	2400
2	1,80	100	2,60	150	
3	1,50	80	2,12	100	
	Красноярск				
1	3,46	180	5,15	250	5900
2	2,97	150	3,96	200	
3	2,18	120	2,98	150	
	Курск				
1	2,87	150	4,30	250	4200
2	2,46	120	3,28	180	
3	1,84	100	2,55	150	

Тип помещения	Стены		Кровля		Градусо-сутки
	R_0^{TP} $m^2 \times ^\circ C/Вт$	Толщина, мм	R_0^{TP} $m^2 \times ^\circ C/Вт$	Толщина, мм	
	Липецк				
1	2,94	150	4,40	250	4400
2	2,52	120	3,16	180	
3	1,88	100	2,60	150	
	Москва				
1	3,01	150	4,50	250	4600
2	2,58	120	3,44	180	
3	1,92	100	2,65	150	
	Мурманск				
1	3,50	180	5,20	-	6000
2	3,0	150	4,0	200	
3	2,20	120	3,0	150	
	Нижний Новгород				
1	3,11	150	4,65	250	4900
2	2,67	150	3,56	180	
3	1,98	100	2,72	150	
	Новороссийск				
1	2,03	100	3,10	150	1800
2	1,52	80	2,32	120	
3	1,36	80	1,95	100	
	Пермь				
1	3,32	180	4,95	250	5500
2	2,85	150	3,80	200	
3	2,10	100	2,87	150	
	Ростов-на-Дону				
1	2,55	120	3,85	200	3300
2	2,12	100	2,92	150	
3	1,66	80	2,32	120	
	Санкт-Петербург				
1	2,94	150	4,40	250	4400
2	2,52	120	3,16	180	
3	1,88	100	2,60	150	
	Саратов				
1	3,01	150	4,50	250	4600
2	2,58	120	3,44	180	
3	1,92	100	2,65	150	
	Сыктывкар				
1	3,46	180	5,15	250	5900
2	2,97	150	3,96	200	
3	2,18	120	2,98	150	
	Тюмень				
1	3,38	180	5,0	250	5600
2	2,88	150	3,84	200	
3	2,12	100	2,90	150	
	Ульяновск				
1	3,15	150	4,70	250	5000
2	2,70	150	3,60	180	
3	2,0	100	2,75	150	
	Челябинск				
1	3,32	180	4,95	250	5500
2	2,85	150	3,80	200	
3	2,10	100	2,87	150	

В случаях, когда расчетная толщина кровельных панелей превышает максимальную толщину выпускаемых панелей, необходимую величину кровли набирают дополнительным слоем минераловатного утеплителя.

Огнестойкость

Трехслойные сэндвич-панели в процессе производства периодически подвергаются испытаниям на пожарную безопасность с определением пределов огнестойкости и классов пожарной опасности ограждающих конструкций. Испытания проводятся на натурных образцах панелей в ведущих научно-исследовательских центрах квалифицированными специалистами в области противопожарной обороны, таких, как Федеральное Государственное учреждение «Научно-исследовательский институт противопожарной обороны» МЧС России и Центр противопожарных исследований ГУП ЦНИИСК им. Кучеренко. На все виды испытаний по пожарной опасности получены полные отчеты с выводами о фактических пределах огнестойкости конструкций из трехслойных панелей (системы «Венталл»). На основе проведенных испытаний произведена оценка огнестойкости наружных ненесущих стен, противопожарных перегородок и покрытий в соответствии с требованиями СНиП 21-01-97.

Ограждающие конструкции из стеновых и кровельных панелей (системы «Венталл») толщиной 50–250 мм с негорючим минераловатным утеплителем относятся к классу пожарной опасности **КО(45)** по ГОСТ 30403, где КО – непожароопасные конструкции,

цифра в скобках обозначает продолжительность теплового воздействия при испытании образца в минутах.

По заключению ФГУ ВНИИПО МЧС России показатели испытаний на огнестойкость конкретных образцов вышеуказанных ограждающих конструкций являются необходимым и достаточным основанием для решения органами ГПС МЧС России вопросов о возможности их применения в зданиях различных степеней огнестойкости в соответствии с действующими нормативными документами.

Обозначение предельных состояний строительных конструкций по огнестойкости:

- R – потеря несущей способности вследствие обрушения конструкции или возникновения предельных деформаций;
- E – потеря целостности в результате образования в конструкциях сквозных трещин или отверстий, через которые на необогреваемую поверхность проникают продукты горения или пламени;
- I – потеря теплоизолирующей способности вследствие повышения температуры на необогреваемой поверхности конструкции до предельных значений;
- цифра соответствует времени достижения предельного состояния в минутах.

Фактические пределы огнестойкости сэндвич-панелей

Тип панелей	Толщина панелей, мм							
	50	80	100	120	150	180	200	250
Стеновые	EI 15	EI 30	EI 60	EI 90	EI 120	EI 150	EI 150	EI 180
Кровельные	>RE 90							



- Центральный офис: 8 800 100 22 99

ООО «Руукки Рус»

249030, Россия, Калужская обл., г. Обнинск, Киевское шоссе, 100
www.ruukki.ru

Информация, представленная в данной спецификации, тщательно проверена. Несмотря на это, компания Ruukki не несет никакой ответственности за ошибки или упущения, прямые или косвенные убытки, возникшие вследствие неправильного использования представленной информации. Компания оставляет за собой право на внесение изменений.

Copyright © 2016.
 Все права защищены.