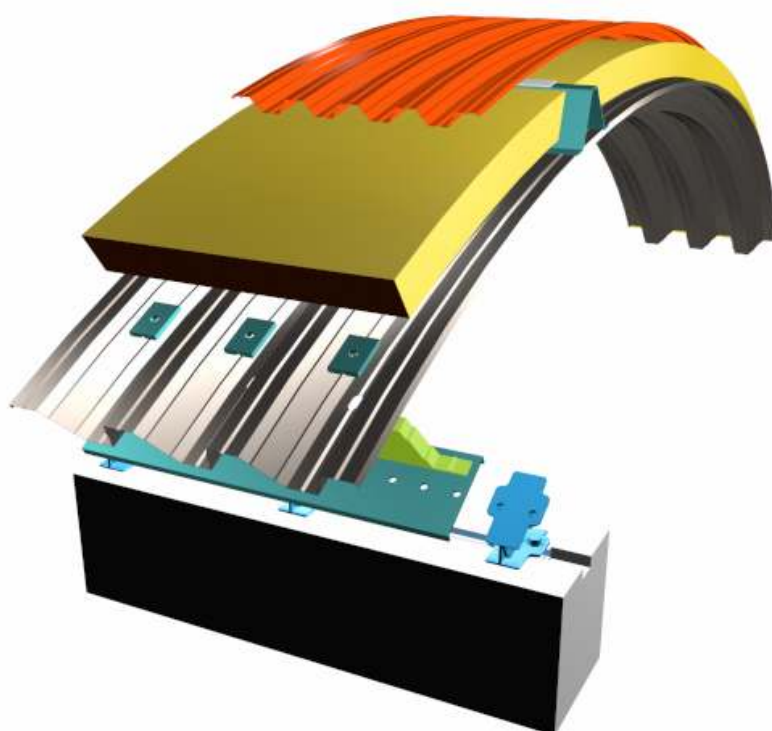


Legato

арочные трапецеидальные профили



Представительство Zeman Bauelemente GmbH в Украине

03055, г. Киев, Тбилисский пер., 4/10, оф. 103

(044) 461 80 01, 461 80 10

www.zeman.kiev.ua

office@zeman.kiev.ua



**Оборудование и продукция компании сертифицированы
по системе управления качеством ISO 9001.**

КАК СЭКОНОМИТЬ МЕТАЛЛ И СОКРАТИТЬ СРОКИ МОНТАЖА?

Использовать самонесущие кровельные системы Legato без каркасов и прогонов.

Начиная новый проект, каждый бизнесмен задумывается о двух вещах – как выиграть тендер и получить при этом максимально возможную прибыль. Существует только одна возможность сделать это – используемые технологии должны выгодно отличаться от технологий ваших конкурентов. Примером могут служить **арочные трапецеидальные профили системы Legato**, которые используются в качестве кровельного **самонесущего** покрытия. Благодаря механическим свойствам, такой профиль позволяет построить покрытие без дополнительного каркаса и прогонов, что существенно снижает затраты на материалы и сроки монтажа.

Системы **Legato** пользуются большим спросом при строительстве складских помещений, цехов, торговых и офисных центров, выставочных комплексов, ярмарочных площадок, навесов на стадионах, мансардных этажей, бассейнов, теннисных кортов и др.

Имея не только замечательные технологические характеристики, но и обладая высокими эстетическими качествами, системы **Legato** позволяют создавать эффективные здания в современном стиле. Воздушные и в то же время мощные, «космические» архитектурные формы здания, которые выделяют его на фоне других, делают компанию-владельца узнаваемой, дают ей визуальные преимущества в процессе привлечения клиентов.

Линии для производства арочных трапецеидальных профилей системы Legato изготавливаются нашей компанией. Стационарная линия длиной 40, 44 или 52 м располагается в цеху и производит профили высотой 40, 70 или 107 мм и длиной до 20 м. Готовые профили перевозятся на стройплощадку стандартным прицепом (до 12 м) или спецавтотранспортом (до 20 м). Трудности с доставкой длинномерных заказов долгое время ограничивали возможности производства профилей с длиной более 20 м. В 2005 году для решения этой проблемы компания разработала **мобильный вариант линии для производства арочных трапецеидальных профилей системы Legato**. Линия располагается на обычном 13 метровом трейлере и по желанию заказчика комплектуется конвейерными системами, устройством для закрывания фальцевого замка, а также дизельным электрогенератором. Усовершенствования коснулись не только мобильности установки, более жестким стал и профиль. Высота профиля, производимого на этой линии, составляет 125 мм, максимальная длина арочной кровли при украинских снеговых нагрузках – 30 м.

Таким образом, можно утверждать, что компании *Zeman Bauelemente GmbH* удалось вывести на рынок уникальный продукт, обладающий недоступными до сих пор полезными свойствами.

Legato арочные системы

Техническая документация

СОДЕРЖАНИЕ:

A. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1. Введение	3
2. Описание системы Legato. Комплектация	5
3. Физические характеристики	12
4. Защита от коррозии	12
5. Огнестойкость	13
6. Нормативные документы и экспертные заключения	14

B. РАСЧЁТ

7. Расчетная схема	15
8. Расчетные предпосылки	16
9. Материал	18
10. Проверка сечения	18
11. Характеристики профилей	20
12. Нормативные документы и экспертные заключения	23

C. ИЗГОТОВЛЕНИЕ И МОНТАЖ

13. Допустимые варианты	25
14. Контроль качества	25
15. Указания по монтажу	26
15.1 Транспортировка	26
15.2 Складирование	28
15.3 Монтаж	28
16. Соединения	31
16.1 Однослойная конструкция	31
16.2 Двухслойная конструкция	32
16.3 Конструкция с повышенной огнестойкостью	33
17. Нормативные документы и экспертные заключения	35

D. ПРИЛОЖЕНИЕ

18. Таблицы	36
19. Нормативные документы и экспертные заключения	42

Дата: декабрь 2002

A. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

1. ВВЕДЕНИЕ

Арочные кровельные системы Legato состоят из трапецидальных профилей, изогнутых в арку заданного радиуса. Такие профили производятся из рулонной листовой стали на комбинированной линии. За один производственный цикл из ровного листа получают трапецидальный, который тут же изгибают в арку.

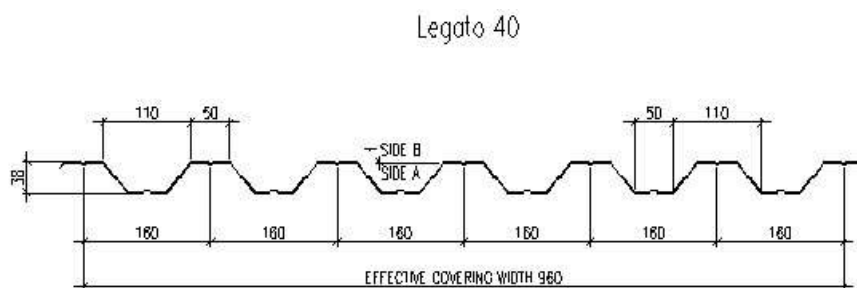


Рис.1. Пример трапецидального профилированного листа

При вертикальной нагрузке арочные профилированные элементы имеют большую жесткость, чем простые прямые профилированные листы.

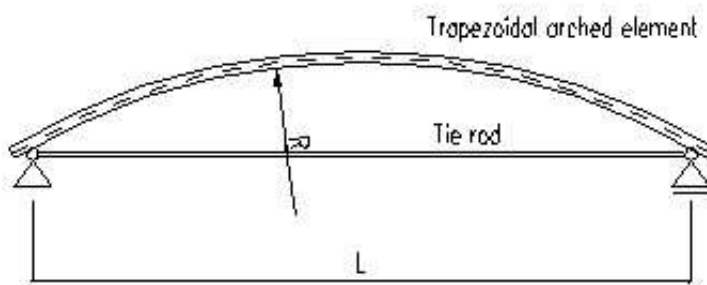


Рис.2. Статическая схема

С помощью распорных деталей возможна установка двухслойных систем, между которыми располагается теплоизолирующий материал. Применение двухслойных панелей позволяет увеличить величину пролёта и достигнуть предела огнестойкости конструкций до 90 минут.

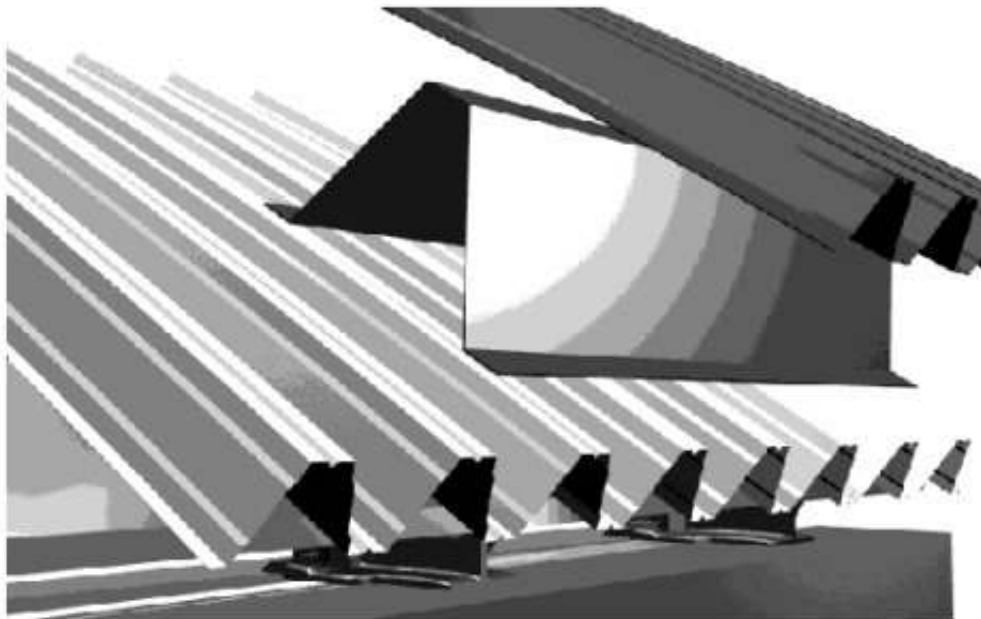


Рис.3. Арка с разделительным профилем

Длина пролёта, перекрываемого по этой технологии, зависит от ряда параметров. Основные – тип сечения профиля, отношение стрелы подъема к радиусу арки и толщины стали арочных элементов. Статический расчет производится индивидуально в каждом конкретном случае. Ориентировочные значения максимальных пролётов приведены в разделе D технической документации.

Данная технология позволяет перекрывать пролёты до 20 метров без промежуточных опор. С конструктивной точки зрения это далеко не предел, но с точки зрения возможностей транспортировки и монтажа элементов конструкции, лучше ориентироваться на такие ограничения.

Арки создают достаточно большой распор, передающийся на несущий каркас. При строительстве навесов, для исключения изгибающих моментов в вертикальных несущих конструкциях и фундаментах, на противоположной навесу стороне устраивается груз, компенсирующий вес конструкции. В противном случае фундамент должен быть рассчитан на действие опорного момента.

Необходимо отметить, что уменьшение высоты арки требует более мощного крепления элементов к основанию из-за возрастающих реакций. Так называемые, пологие арки с отношением радиуса к пролёту 2:1 не могут быть использованы для пролётов более 10 м.

Помимо конструктивных ограничений минимальные радиусы определяются процессом производства и зависят от толщины листа. С конструктивной точки зрения наиболее благоприятным отношением радиуса к пролёту является 1:1 ("нормальная арка"), могут быть выбраны также и большие радиусы.

Арочная система Legato поставляется как самонесущая конструкция или конструкция, опирающаяся на Z-образные профили. Используется для устройства кровли или изогнутых стеновых элементов. Форма может быть вогнутой или выпуклой.

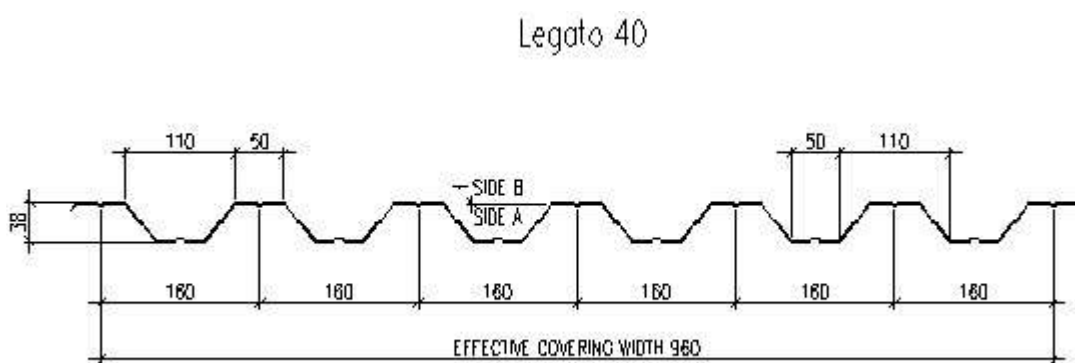
Однослойные арки могут также быть применены для устройства композитных перекрытий.

Область применения и примеры использования систем Legato приведены в иллюстрированном проспекте нашей фирмы.

2. ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ LEGATO. КОМПЛЕКТАЦИЯ

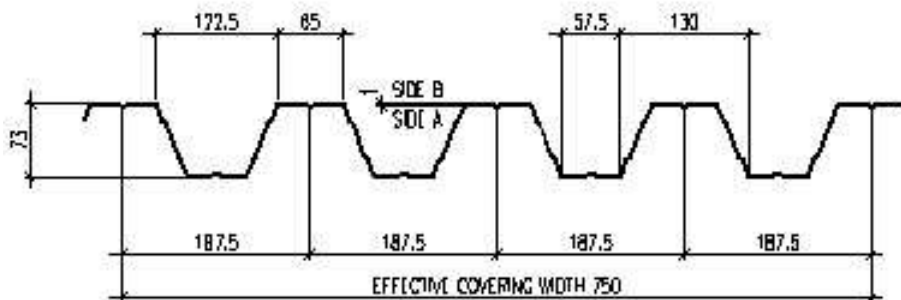
Система Legato предлагается из трёх разных типоразмеров профиля, каждый из которых может быть выполнен из стали различной толщины.

Комбинируя толщину листа и высоту профиля, можно подобрать оптимальный вариант системы Legato, исходя из заданной длины пролета и требований обеспечения несущей способности.



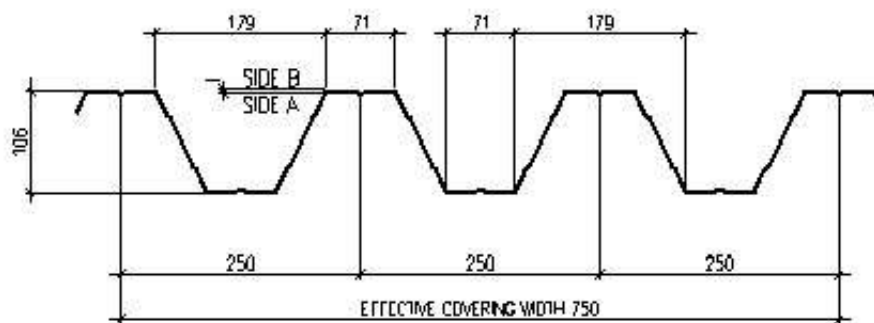
Тип профиля	Класс стали	Толщина листа [мм]	Минимальный радиус [м]
Legato 40 Ширина рулона 1250 мм	StE 280	0,75	8,00
		0,88	6,00
		1,00	4,50
		1,25	4,00
		1,50	4,00
	(StE 250) нетиповая конструкция	0,75	5,00
		0,88	3,00
		1,00	2,50

Legato 70



Тип профиля	Класс стали	Толщина листа [мм]	Минимальный радиус [м]
Legato 70 Ширина рулона 1250 мм	StE 320	0,75	12,0
		0,88	10,0
		1,00	8,0
		1,25	
		1,50	

Legato 107



Тип профиля	Класс стали	Толщина листа [мм]	Минимальный радиус [м]
Legato 107 Ширина рулона 1500 мм	StE 280	0,75	50,0
		0,88	28,0
		1,00	15,0
		1,25	11,0
		1,50	10,0
	StE 250	0,75	20,0
		0,88	13,00
		1,00	12,0

Значения минимального радиуса зависят от высоты профиля, класса стали и толщины листа. Радиус не может быть меньше, чем 75% от длины пролета, исходя из возможностей оборудования.

Кроме собственно арочных профилей требуются дополнительные элементы для сборки конструкции.

Соединения элементов

Соединение элементов друг с другом и с опорной конструкцией осуществляется болтами диаметром M12 ... M16 класса прочности 8,8.

Плотность соединения элементов обеспечивается изоляционным слоем.

В исключительных случаях (очень лёгкие арки и небольшие нагрузки) крепление может быть выполнено на саморезах.

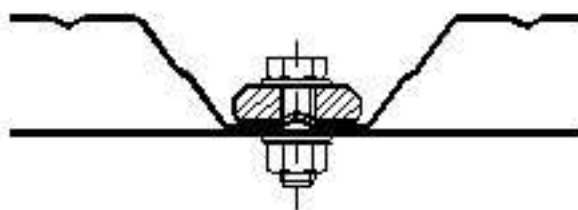


Рис.4. Крепление профиля (разрез)

Контрфорсы

Мы рекомендуем проектировать стены, имеющие угол наклона, равный углу высоты арок. В этом случае арки могут крепиться непосредственно к стенам. Если это невозможно, зачастую необходимо организовывать контрфорсы.

Горизонтальные силы распора также могут восприниматься затяжками, связывающими опорные балки.

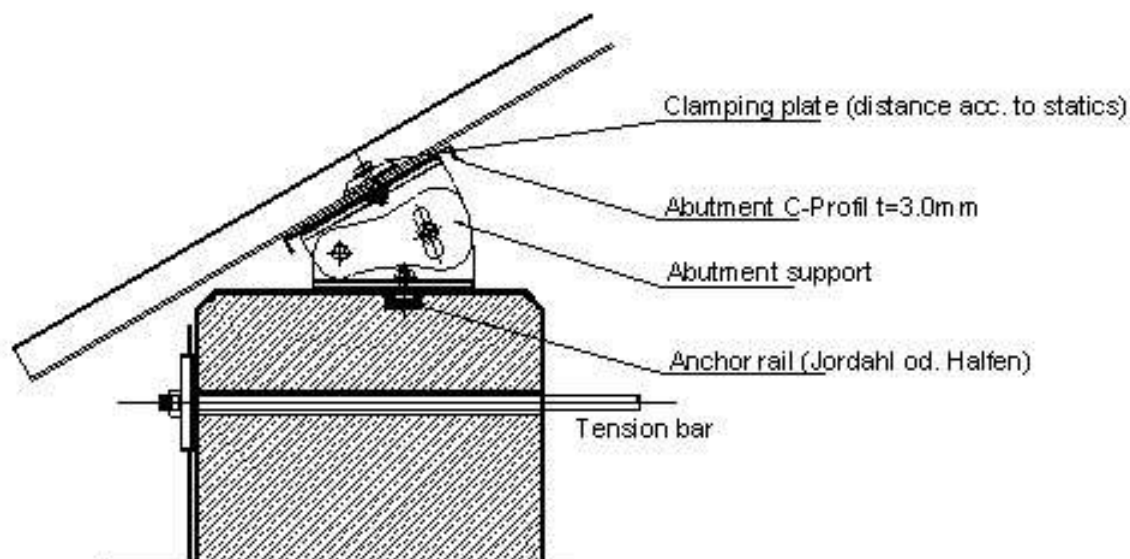


Рис.5. Конструкция опоры

Соединительные элементы

Соединительные элементы с высотой, определяемой толщиной теплоизоляции (обычно 130 мм, возможно и большей высоты) и толщиной листа 1,00 мм используются для связи листов двухслойной конструкции. Соединительные элементы обычно присоединяются болтами к верхнему элементу и привариваются к нижнему.

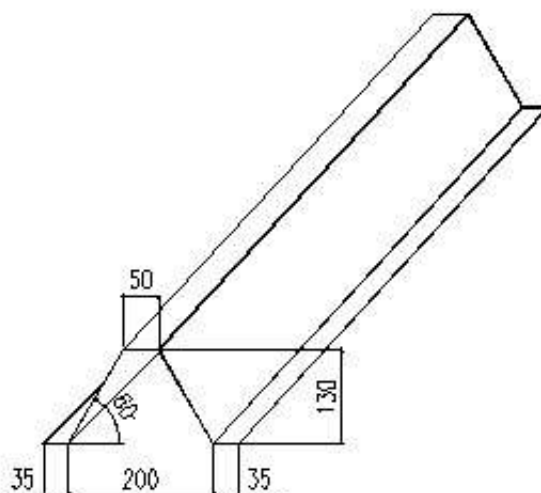


Рис.6. Шляпный профиль

При более высоких требованиях к теплоизоляции, стандартные стальные соединительные элементы заменяются аналогичными элементами из иных материалов, более подходящих к проектным требованиям. В некоторых случаях достаточно применения пластиковых прокладок.

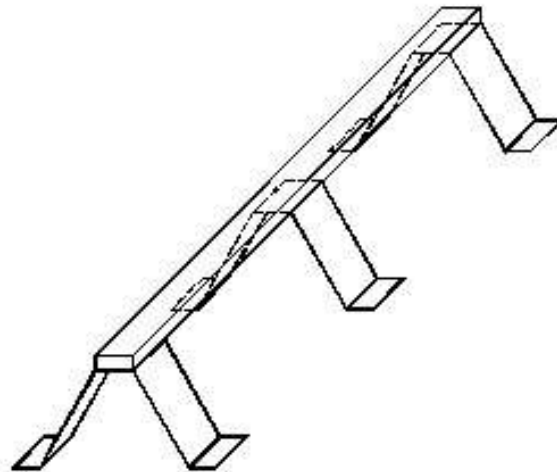


Рис.7. Соединительный элемент с изолирующей пластиковой полосой

Затяжки

Для устройства затяжек используются стальные канаты или круглый профиль.

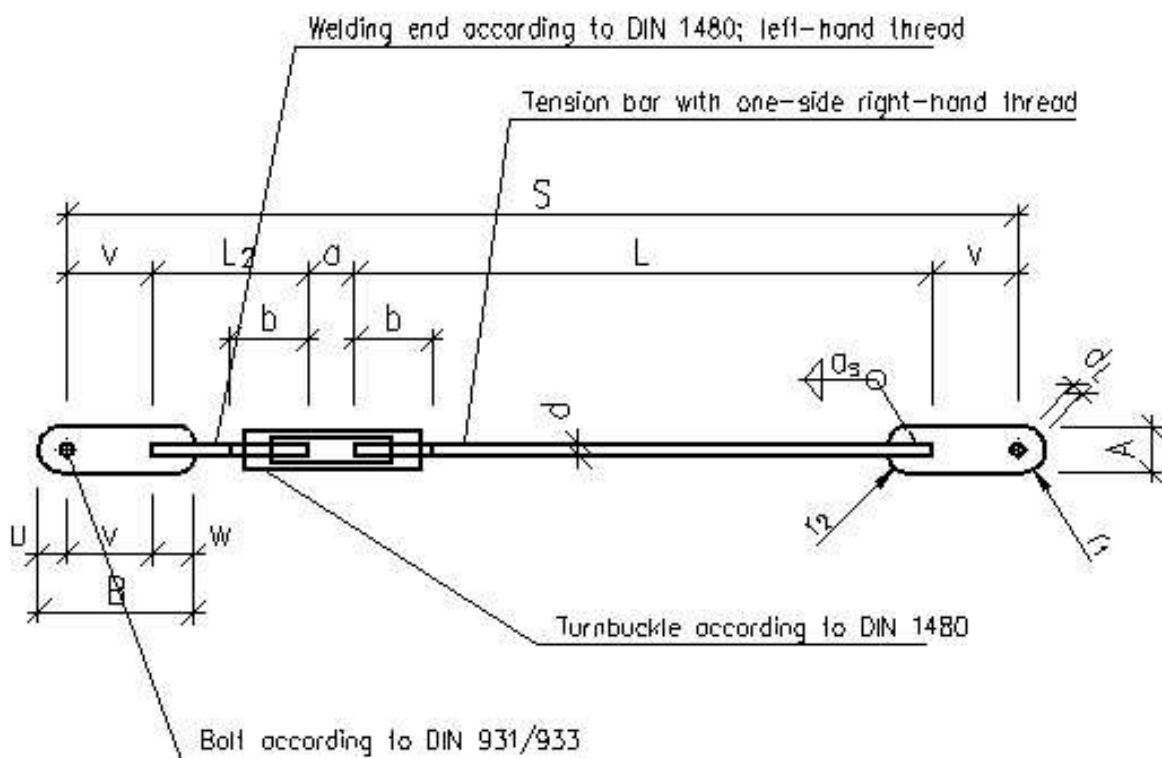


Рис.8. Пример затяжки, выполненной из круглого профиля

Соединение продольных стыков арок

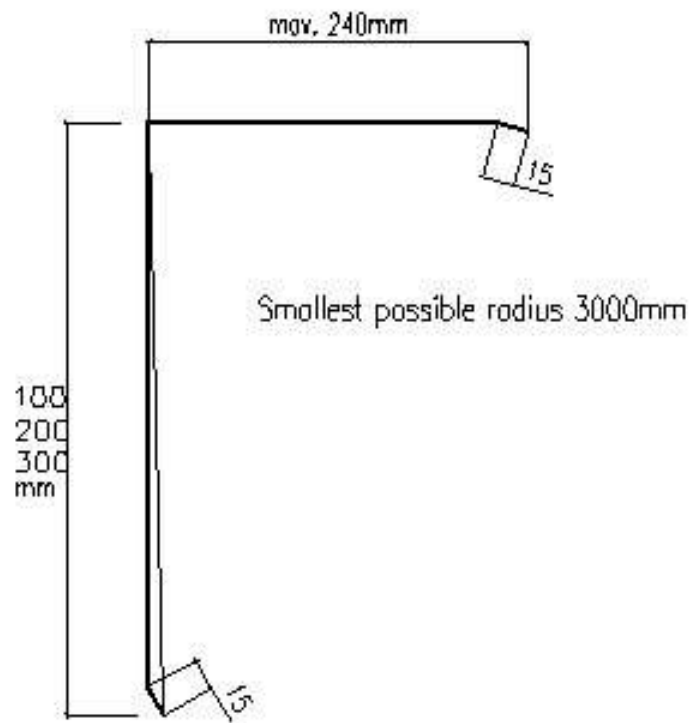


Рис.9. Профиль со специальными отгибами по краям

С целью избежания провисания незакреплённого участка захватываются первые две волны соединяемых листов на протяжении всего стыка.



Рис.10. Соединение однослойных профилей

Оконные проёмы

Оконные конструкции обычно той же толщины что и двухслойная арка выполняются из двух поликарбонатных листов с минимальной толщиной 10 мм.

Указанным способом на покрытия могут быть устроены окна и другие различные проёмы (вентиляция и т.п.).

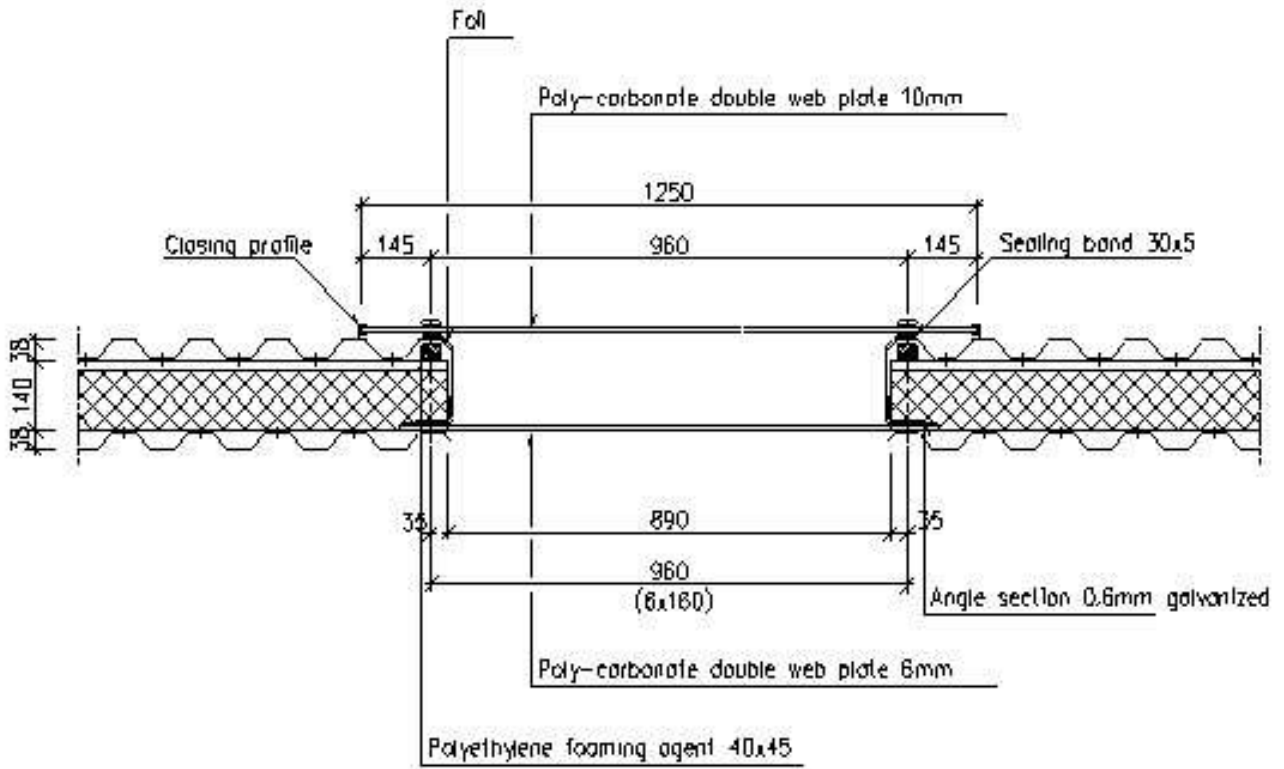


Рис.11. Стандартная крепёжная полоса для двухслойной конструкции

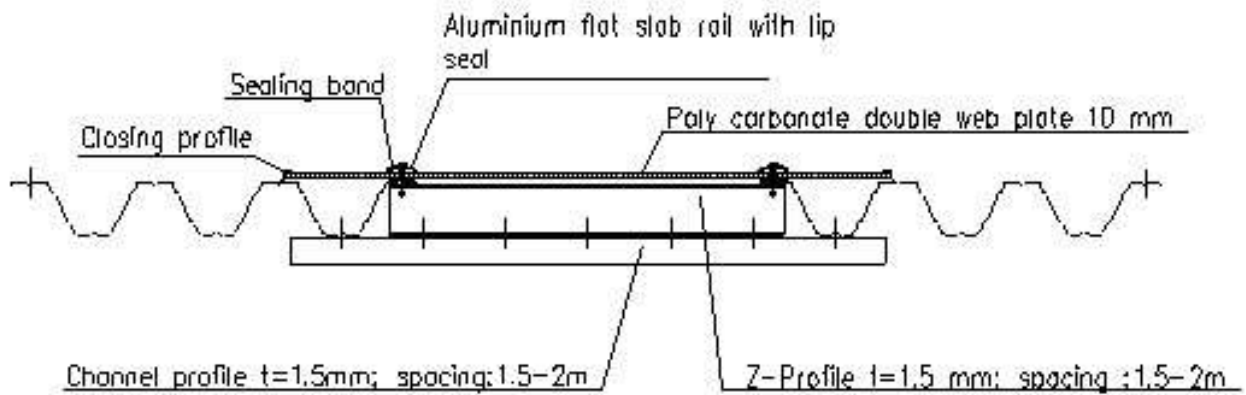


Рис.12. Стандартная крепёжная полоса для однослойной конструкции

3. ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Теплоизоляционные характеристики

При условии соблюдения технологии монтажа теплоизоляционные характеристики можно рассчитывать по приведённой ниже методике.

Для элементов Legato 40 при соединении наружных и внутренних конструкций с помощью профиля, приведенного на рис.6, сопротивление теплопередачи определяется по формуле:

$$k = 0,51 \text{ W}/(m^2 \cdot K)$$

Возможно существенное улучшение показателей сопротивления теплопередаче, если применить соединительный элемент с пластиковой изоляционной полосой (рис.7). По результатам тестовых испытаний:

$$k = 0,39 \text{ W}/(m^2 \cdot K) \text{ (без вентиляции)} \text{ и } k = 0,38 \text{ W}/(m^2 \cdot K) \text{ (с вентиляцией)}.$$

Все тестовые испытания были проведены со слоем утеплителя толщиной 100 мм.

Звукоизоляционные характеристики

Согласно тестовым испытаниям, проведённым авторизованным испытательным центром (TGM Vienna) индекс изоляции воздушного шума двухслойной арочной конструкции соответствует 38 дБ.

Все тесты проводились с конструкцией Legato 40 с внешней и внутренней обшивкой и с толщиной утеплителя 100мм.

4. ЗАЩИТА ОТ КОРРОЗИИ

Обычно все листы покрываются слоем цинка 275 г/м². Это отвечает требованиям группы Z275 согласно DIN EN 10 147 (Таблица 4).

Кроме того, применяется ламинирование (покрытие слоем тонкого пластика). Толщина покрытия зависит от условий эксплуатации и регламентирована в DIN 18807, Часть 1. Свойства покрытия и проверка его качества регламентируются DIN 55928-8 в требованиях для защиты от коррозии навесных тонкостенных строительных элементов.

В целом для конструкций, эксплуатирующихся на открытом воздухе, требуется класс коррозионной стойкости III, то есть для защиты от влажности и атмосферных осадков требуется покрытие 25-мкм полиэстерной плёнкой. Для эксплуатации внутри помещения достаточно класса коррозионной стойкости II и, соответственно, – покрытия защитным лаком толщиной 10-15 мкм, для защиты от влажности.

Стандартные покрытия двухслойных арочных элементов

Внутренняя сторона	Сторона А:	10 мкм защитный лак
	Сторона В:	15 мкм тонкое покрытие
Внешняя сторона	Сторона А:	10 мкм защитный лак
	Сторона В:	25 мкм полиэстер

Стандартное покрытие однослойных арочных элементов

Сторона А:	10 мкм защитный лак
Сторона В:	25 мкм полиэтилен

Дополнительные типы покрытия

- 25 мм PVDF
- 25 мм силикон-полиэстер
- 100 мм пластизол

Элементы конструкций должны быть изготовлены из одного рулона стали, иначе возможны расхождения в цветовой гамме.

5. ОГНЕСТОЙКОСТЬ

Самонесущие двухслойные арочные элементы могут быть выполнены в соответствии с требованиями класса огнестойкости F30 с сохранением несущей способности при воздействии огня до 90 минут в соответствии с ÖNORM B3800/2.

В отличие от требований норм, согласно которым конструкция двухслойного профиля является несущей, к конструкциям, препятствующим распространению огня, предъявляется требование, чтобы внешний слой самостоятельно выполнял несущие функции. Нижний (внутренний) слой должен лишь препятствовать обрушению теплоизоляционного слоя. В свою очередь утеплитель препятствует нагреванию верхнего слоя.

Авторизованный испытательный институт IBS (НИИ пожарной безопасности и защиты) разработал классификацию двухслойных арочных систем.

Конструкции со сплошными соединяющими профилями относят к классу огнестойкости:

F30 (предполагает огнестойкость в 90 минут)

Конструкции с соединительными элементами, изолированными пластиковой планкой, также относят к классу огнестойкости

F30

Для достижения необходимого предела огнестойкости необходимо также принимать во внимание огнестойкость растяжек и шарниров.

6. НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ И ЭКСПЕРТНЫЕ ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Экспертные заключения на физические свойства конструкции

- [1] Physikalisch-Technische Versuchsanstalt am TGM Wien: Gutachten 6881/WS; Wärmeschutz einer zweischaligen Konstruktion aus Trapezprofilen; TGM ZL.: 1384/1/87; 23.10.1987
- [2] Physikalisch-Technische Versuchsanstalt am TGM Wien : Gutachten 9260/WS; Wärmeschutz einer zweischaligen Konstruktion aus Trapezprofil Stahlblech; TGM ZL.: 1301/95; 22.1.1996
- [3] Physikalisch-Technische Versuchsanstalt am TGM Wien : Gutachten 9880/WS; Luftschallschutz einer Dachkonstruktion aus Trapezblechen; TGM ZL.: 1348/87; 6.10.1987

Экспертные заключения и стандарты по оценке огнестойкости

- [4] Institut für Brandschutztechnik und Sicherheitsforschung: BV-Zahl 3612/96; Untersuchung des zweischaligen Bogendaches mit Einzelbügel und darüberliegender Kunststoffleiste; 8.7.96
- [5] Institut für Brandschutztechnik und Sicherheitsforschung: BV-Zahl 2749/87; Untersuchung des zweischaligen Bogendaches mit durchlaufenden Hutprofilen; 10.7.87
- [6] ÖNORM B3800 Teil 2:Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen

Защита от коррозии

- [7] DIN EN 10 147; Kontinuierlich feuerverzinktes Blech und Band aus Baustaehlen
- [8] DIN 18 807, Teil 1; Stahltrapezprofile, Allgemeine Anforderungen, Ermittlung der Tragfähigkeitswerte durch Berechnung
- [9] DIN 55928-8; Korrosionsschutz von tragenden duennwandigen Bauteilen

В. РАСЧЕТ

7. РАСЧЕТНАЯ СХЕМА

Расчетная схема системы Legato представляет собою двухшарнирную арку с неподвижными опорами.

При расчете условно вырезается арка шириной 1 метр.

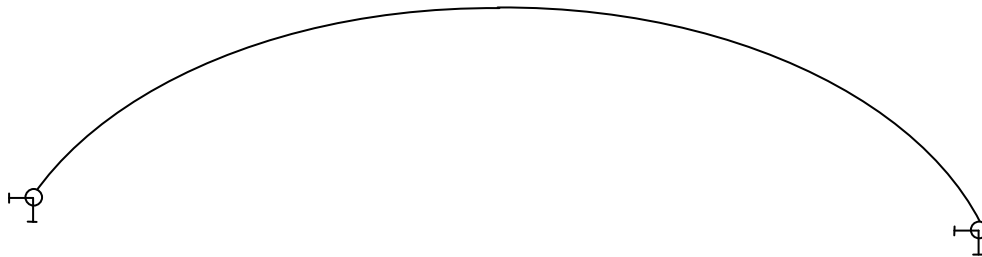


Рис.13. Расчетная схема

Расчетная схема двухслойной арки представляет собой систему решетчатую систему из двух арок, соединенных податливой решеткой. Оси арок проходят по срединным осям сечения профилированного листа. Распределение нормальных сил и моментов в значительной мере зависит от жесткости листа, жесткости решетки и податливости опор.

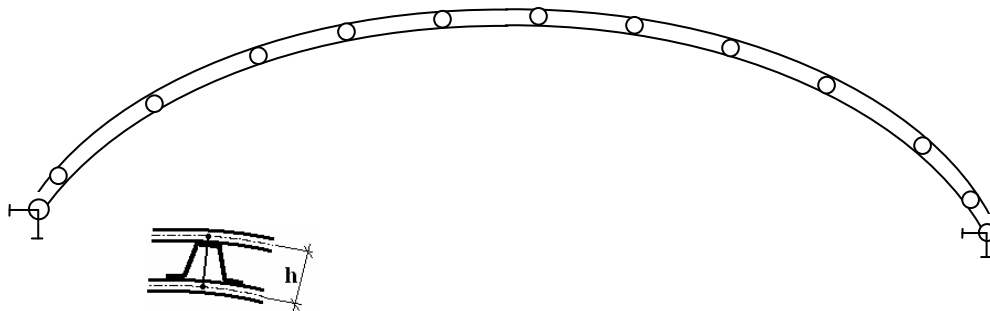


Рис.14. Двухслойная арка

Решетку образуют шляпные профили. Податливость соединений была исследована при испытаниях этих устройств. По результатам испытаний на действие среза были получены жесткостные характеристики для комбинаций из различных сечений.

Из-за формы шляпного профиля соединение его с верхним листом предполагается шарнирное, а с нижним – жесткое.

Необходимо отметить, что трапецеидальные арки являются чувствительными системами и их расчет требует достаточной точности и тщательности измерений.

Податливость опор или геометрические несовершенства могут привести к уменьшению или увеличению значений внутренних усилий.

Таким образом, должна учитываться податливость опор, которую необходимо обязательно установить.

При моделировании абсолютно неподвижных опор результаты расчета для них будут считаться в запас, так как предполагают максимальное значение горизонтальных реакций.

Распор также может быть воспринят затяжкой. Обычно они монтируются вдоль опорной продольной балки с шагом 2-3 м. Вместе с опорной балкой и затяжками арка образует замкнутую систему, которая не передает горизонтальных реакций при вертикальном нагружении.

Распор, возникающий от действия вертикальных нагрузок, может также быть передан на сжатые опорные профили или вертикальные элементы (стены, пилоны).

8. РАСЧЕТНЫЕ ПРЕДПОСЫЛКИ

Нагрузки

Для сбора нагрузок используются нормативные документы страны, в которой осуществляется строительство. Большинство норм содержит информацию по ветровым и снеговым нагрузкам для арочных покрытий.

Как вариант, характеристики нагрузок и воздействий могут быть приняты в соответствии с Eurocod при условии, что это допускается законодательством.

- **Снег**

Стандарты ÖNORM B4013 и ENV 1991-2-3 дают значения коэффициента перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие μ .

При проектировании тентовых арок должна учитываться возможность накопления снега. В случае многопролетных арок необходимо учитывать возможность образования снеговых мешков.

При любых расчетных схемах необходимо обязательно учитывать ассиметричные снеговые нагрузки, которые могут вызывать более высокие значения изгибающего момента.

- **Ветер**

Стандарты ÖNORM B4014 и ENV 1991-2-4 содержат аэродинамические коэффициенты c_e для цилиндрических поверхностей. Дополнительную информацию можно найти в материалах экспертизы НИИ "Arsenal", которая была специально выполнена по заказу фирмы Zeman.

- **Сосредоточенная нагрузка**

Детальная информация касательно того, необходимо ли учитывать сосредоточенную вертикальную нагрузку на покрытие, содержится в нормативных документах. Как правило, например, по стандарту ENV 1991-2-1, сосредоточенная нагрузка не суммируется с ветром и снегом. В решении австрийского комитета стандартизации № 176 зафиксировано, что сосредоточенная нагрузка учитывается только для покрытий с уклоном до 5 градусов.

При любых расчетных схемах характеристики нагружения должны исходить из сосредоточенной вертикальной нагрузки 1,50 кН, приложенной к элементу, в неблагоприятном положении.

- **Начальные несовершенства**

Если расчеты проводятся по деформированной схеме, необходимо учитывать начальные несовершенства путем приложения эквивалентной нагрузки, что рекомендуется нормами DIN 18 800, часть 2, таблица 23.

- **Пожарная безопасность**

Если необходимо запроектировать конструкцию с повышенной огнестойкостью, необходимо учитывать, что внутренний профиль не будет выполнять функции несущего элемента. Внешний профиль должен иметь запас прочности для самостоятельной работы под нагружением.

В этом случае расчеты можно вести с пониженными значениями расчетной нагрузки и коэффициентов надежности $\gamma_f = 1,0$ и $\gamma_m = 1,0$. Нормы ENV 1991-2-2 содержат указания по сочетанию нагрузок. Случай воздействия пожара рассматривается как случайное событие. При расчете несущей способности следует учитывать изменение физико-механические свойства материалов в зависимости от их температуры и времени ее воздействия.

Выполнение расчета

Указания по определению сочетаний нагрузок и соответствующие коэффициенты надежности приведены в соответствующих нормах разных стран, а также в ENV 1991-1.

Для однослойной системы Legato расчеты можно проводить как по деформированной, так и по недеформированной схеме. Для двухслойной системы расчеты необходимо проводить по деформированной схеме с учетом начальных несовершенств.

Проектирование

Трапецидальные профили разработаны в соответствии с нормами DIN 18 807 или ENV 1993-1-3. Отчеты экспертов подтверждают, что нормы DIN 18 807, которые обычно применяется к прямым трапецидальным профилям, действительны и для арочных профилей.

Несущая способность специальных конструктивных элементов, таких как шляпный профиль, зажимная планка и сегментные шарниры, была установлена в экспериментальном порядке и задокументирована в отчетах [22-26] [29] и в разделе D.

Если подбор сечения проводился в соответствии с DIN 18 807 часть 3, 3.3.3.6.1, должно выполняться соответствие с «Директивой соответствия стальных конструкций».

Методика расчета сечения в соответствии с DIN 18 807 часть 3 будет приведена в п.10.

9. МАТЕРИАЛ

К использованию допускаются различные типы материалов, соответствующие стандарту DIN EN 10 147. Характеристики применяемого материала влияет на несущую способность, а также на минимальный радиус арки. Для листов, изготавливаемых из более прочных сталей, требуется больший минимальный радиус.

Процесс изготовления требует соблюдения соответствующих минимальных радиусов при разных типах профиля, характеристиках материала и толщин листа для избежания деформативности или отгиба изогнутой поверхности. Эти данные приведены в разделе D.

В соответствии DIN EN 10 147 для систем Legato используются следующие классы стали:

Fe E 320 G (предел текучести $R_y = 320$ МПа) для Legato 70,

Fe E 280 G (предел текучести $R_y = 280$ МПа) для Legato 40 и 107

Соответственно Fe E 250 G (предел текучести $R_y = 250$ МПа) для более тонкостенных Legato 107

Все типы профилей могут быть выполнены с различной толщиной листа: 0,75; 0,88; 1,00; 1,25; 1,50 мм.

10. ПРОВЕРКА СЕЧЕНИЯ

После того, как в результате статического расчета были определены нормальная сила и изгибающий момент, необходимо проверить несущую способность трапецеидального профиля и конструктивных элементов.

- **Трапецеидальный профиль**

Как отмечалось выше, внутренние усилия в однослойной системе могут определяться как по деформированной, так и по недеформированной схеме. Процедура расчета сечения зависит от выбранного метода расчета. Проверка выполняется в соответствии с DIN 18 807 или ENV 1993-1-3. Для примера ниже приведена методика проверки сечения в соответствии с DIN 18 807 часть 3, 3.3.3.6.1. «Директива соответствия стальных конструкций» пункт 4.13 (май 1996) содержит информацию, которая адаптирует DIN 18 807 к методу частных коэффициентов (методу предельных состояний).

Если внутренние усилия определялись по недеформированной схеме, проверка сечения выполняется следующим образом.

Расчет внецентренно-сжатых элементов выполняется по формуле

$$\frac{N_D}{N_{dD}} \cdot \left[1 + 0.5\alpha \left(1 - \frac{N_D}{N_{dD}} \right) \right] + \frac{M}{M_d} \leq 1 \quad (\text{DIN 18 807 часть 3, 3.3.3.6.1; (1)})$$

Расчет внецентренно-растянутых элементов выполняется по формуле

$$\frac{N_Z}{N_{dZ}} + \frac{M}{M_d} \leq 1 \quad (\text{DIN 18 807 часть 3, 3.3.3.6.1; (2)})$$

где

- N_z – расчетное значение растягивающей силы
- N_D – расчетное значение силы сжатия
- M – расчетное значение изгибающего момента
- M_d – расчетное сопротивление изгибающему моменту
- N_{dZ} – расчетное сопротивление растягивающей силы
- N_{dD} – расчетное сопротивление силе сжатия
- α – коэффициент, зависящий от геометрии профиля и схемы

$$\alpha = \sqrt{\frac{R_y}{\sigma_{el}}} = \frac{s_k}{i_{ef} \cdot \pi} \sqrt{\frac{R_y}{E}} \quad (\text{DIN 18 807 часть 1; 4.2.8.2; } \alpha \leq 1; (3)), \text{ где}$$

- s_k – длина дуги арки согласно DIN 18800 часть 2; 6.1.1.1,
- i_{ef} – радиус инерции редуцированного поперечного сечения,
- σ_{el} – критическое напряжение для редуцированного поперечного сечения.

Если внутренние усилия определены по деформированной схеме, проверка поперечного сечения при действии силы сжатия сводится к формуле

$$\frac{N_D}{N_{dD}} + \frac{M}{M_d} \leq 1 \quad (4).$$

Проверка сечения при действии растягивающих сил осуществляется по формуле (2).

Поскольку двухслойные арки рассчитываются с учетом геометрической нелинейности (по деформированной схеме), проверка устойчивости системы выполняется автоматически. Необходимо лишь проверить поперечное сечение элементов по прочности.

В остальных случаях проверка поперечного сечения выполняется по формуле (1) с подстановкой длины дуги арки, соответствующее ее расчетной длине.

Все геометрические характеристики профилей, необходимые для расчета, приведены в п.11 раздела D. Минимальные радиусы кривизны арок приведены в разделах A и D.

- **Специальные конструкционные элементы**

Разработанные таблицы со значениями несущей способности, установленными экспериментально, для зажимных планок, опорной пяты и шляпных профилей см. в разделе D.

Остальные элементы системы, такие как затяжки, несущие балки под опоры или обвязочные брусы купольных покрытий должны быть рассчитаны в соответствии с действующими нормами.

11. ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОФИЛЕЙ

Все геометрические характеристики используемых профилей соответствуют рекомендациям DIN 18 807 часть 1-3.

- **Legato 40**

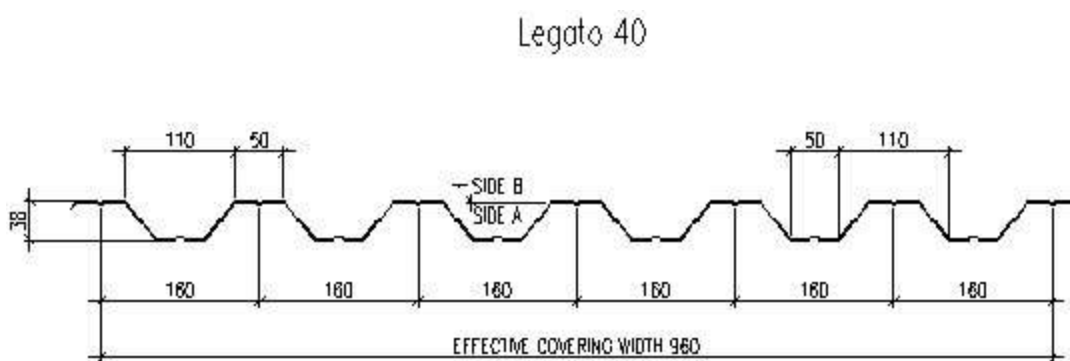


Таблица 1: Геометрические характеристики (сталь Fe E 280 G)

Толщина листа мм	При растяжении					При сжатии и изгибе				
	A_g CM ² /M	i_g CM ⁴ /M	i_g CM	e_o CM	e_u CM	A_{ef} CM ² /M	i_{ef} CM	i_{ef} CM ⁴ /M	$W_{3,ef}$ CM ³ /M	$W_{y,ef}$ CM ³ /M
0,75	8,87	20,49	1,52	1,88	1,88	7,78	1,53	20,36	10,83	10,83
0,80	10,49	24,24	1,52	1,88	1,88	9,55	1,53	24,09	12,81	12,81
1,00	12,99	27,70	1,52	1,88	1,88	11,20	1,52	27,53	14,64	14,64
1,25	15,11	34,91	1,52	1,88	1,88	14,69	1,52	34,69	18,45	18,45
1,50	18,23	42,12	1,52	1,88	1,88	18,23	1,52	41,89	22,26	22,26

Таблица 2: Несущая способность

Класс стали	Толщина листа [мм]	Сопrotивление продольной силе [кН/м]		Сопrotивление изгибающему моменту $M_{R,k}$ [кНм/м]
		$N_{R,k}$ растяжение	$N_{R,k}$ сжатие	
Fe E 280 G $R_y = 280MPa$	0,75	248,36	217,84	2,94
	0,88	293,72	267,40	3,54
	1,00	335,72	313,60	4,10
	1,25	423,08	411,32	5,16
	1,50	510,44	510,44	6,23

- Legato 70

Legato 70

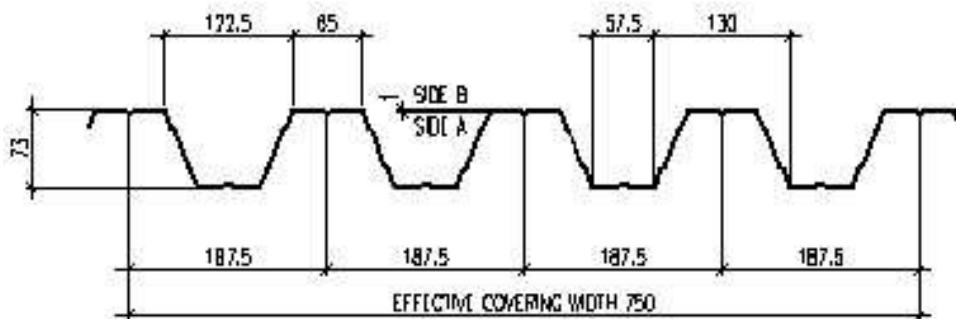


Таблица 1: Геометрические характеристики (сталь Fe E 320 G)

Толщина листа мм	При растяжении					При сжатии и изгибе				
	A_g CM ² /M	i_g CM ⁴ /M	i_g CM	e_o CM	e_u CM	A_{ef} CM ² /M	i_{ef} CM	i_{ef} CM ⁴ /M	$W_{g,ef}$ CM ³ /M	$W_{u,ef}$ CM ³ /M
0,75	10,98	86,08	2,80	3,65	3,65	6,95	2,97	85,97	23,44	23,23
0,88	12,99	101,84	2,80	3,65	3,65	8,96	2,92	101,72	28,19	27,48
1,00	14,84	116,35	2,80	3,65	3,65	10,89	2,89	116,25	32,63	31,41
1,25	18,71	146,69	2,80	3,65	3,65	14,99	2,86	146,52	41,80	39,58
1,50	22,57	176,95	2,80	3,65	3,65	19,20	2,84	176,79	50,63	47,76

Таблица 2: Несущая способность

Класс стали	Толщина листа [мм]	Сопrotивление продольной силе [кН/м]		Сопrotивление изгибающему моменту $M_{R,k}$ [кНм/м]
		$N_{R,k}$ растяжение	$N_{R,k}$ сжатие	
Fe E 320 G $R_y = 320$ МПа	0,75	309,40	219,80	6,57
	0,88	365,96	279,72	7,78
	1,00	418,04	336,00	8,89
	1,25	526,96	455,00	11,20
	1,50	635,88	576,52	13,52

- Legato 107

Legato 107

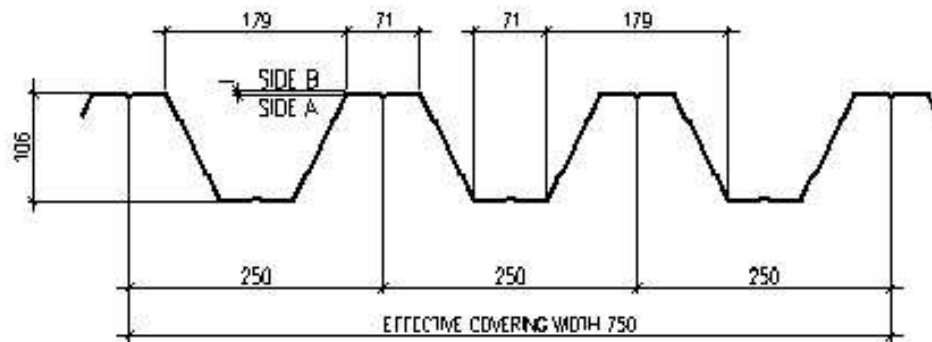


Таблица 1: Геометрические характеристики (0,75 и 0,88 мм – Fe E 250 G, остальные – Fe E 280 G)

Толщина листа мм	При растяжении					При сжатии и изгибе				
	A_g см ² /м	i_g см ⁴ /м	i_g см	e_o см	e_u см	A_{ef} см ² /м	i_{ef} см	i_{ef} см ⁴ /м	$W_{g,ef}$ см ³ /м	$W_{y,ef}$ см ³ /м
0,75	11,81	182,7	4,00	5,30	5,30	9,01	4,20	182,40	34,43	34,43
0,88	13,12	209,90	4,00	5,30	5,30	9,35	4,31	209,6	39,55	39,55
1,00	14,99	239,8	4,00	5,30	5,30	10,83	4,28	239,50	45,19	45,19
1,25	18,90	302,40	4,00	5,30	5,30	15,01	4,18	301,9	56,96	56,96
1,50	22,80	364,80	4,00	5,30	5,30	19,47	4,10	364,30	68,74	67,74

Таблица 2: Несущая способность

Класс стали	Толщина листа [мм]	Сопrotивление продольной силе [кН/м]		Сопrotивление изгибающему моменту $M_{R,k}$ [кНм/м]
		$N_{R,k}$ растяжение	$N_{R,k}$ сжатие	
Fe E 250 G $R_y = 250$ МПа	0,75	212,62	162,21	6,17
	0,88	328,00	233,75	9,55
Fe E 280 G $R_y = 280$ МПа	1,00	419,72	303,24	12,23
	1,25	529,20	420,28	15,87
	1,50	638,40	545,16	19,25

12. НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ И ЭКСПЕРТНЫЕ ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Нагрузки и воздействия, определение внутренних усилий

- [10] ENV 1991: Grundlagen der Tragwerksplanung und Einwirkungen auf Tragwerke
- [11] ÖNORM B 4012: Belastungsannahmen im Bauwesen, Veränderliche Einwirkungen, Nutzlasten
- [12] ÖNORM B 4013: Belastungsannahmen im Bauwesen, Schnee- und Eislasten
- [13] ÖNORM B 4014-1: Belastungsannahmen im Bauwesen, Statische Windwirkungen (nicht schwingungsanfällige Bauwerke)
- [14] Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal: Bericht über Windkanalversuche an Modellen von Flugdächern; 1987
- [15] Österreichisches Normungsinstitut, FNA 176 (Belastungsannahmen im Bauwesen): Interpretation der Lastnorm B 4012; 1996
- [16] DIN 18 800 Teil 2 (11.90): Stabilitätsfälle, Knicken von Stäben und Stabwerken

Проектирование

- [17] DIN 18 807 Teil 1-3: Stahltrapezprofile
- [18] Mitteilungen des Deutschen Instituts für Bautechnik; Anpassungsrichtlinie Stahlbau; Mai 1996
- [19] ENV 1993-1-3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten, Allgemeine Bemessungsregeln- Ergänzende Regeln für kaltgeformte dünnwandige Bauteile und Bleche
- [20] o.Univ.Prof.DI.Dr.techn. F. Resinger, ao.Univ.Prof.DI.Dr.techn. R. Greiner: Bericht über die Tragfähigkeitsuntersuchung gekrümmter Trapezprofile; Technische Universität Graz 16.2.1987
- [21] o.Prof.Tekn. dr R. Baehre: Untersuchung des Tragverhaltens von gekrümmten Trapezprofilblechen; Versuchsanstalt für Stahl Holz und Steine der Universität Karlsruhe 15.1.87
- [22] o.Univ.Prof.DI.Dr.techn. R. Greiner: Versuche zur Bestimmung der Tragschubkraft und Nachgiebigkeit der Hutprofile in zweischaligen Bogendachkonstruktionen; Technische Universität Graz 12.6.91

- [23] Univ.Prof.Dr.-Ing. H. Saal: Experimentelle Untersuchung zur Ermittlung der Tragfähigkeit und Verformbarkeit von Hutprofilen in zweischaligen Bogendachkonstruktionen; Versuchsanstalt für Stahl Holz und Steine der Universität Karlsruhe 1995
- [24] Univ.Prof.Dr.-Ing. H. Saal: Ermittlung der Schubtragfähigkeits- und Schubsteifigkeitswerte von zweischaligen Bogendachkonstruktionen; Versuchsanstalt für Stahl Holz und Steine der Universität Karlsruhe 1995
- [25] o.Univ.Prof.DI.Dr.techn. R Greiner: Versuche zur Bestimmung der Tragfähigkeit der Auflagerelemente des Bogendaches mit Ergänzungsbericht; Technische Universität Graz 1992 und 1993
- [26] DI. W. Radhuber: Versuchsbericht über Traglastversuche für ein Widerlager; Wernberg 2.12.85
- [27] Univ.Prof.Dr.-Ing. H.Saal: Untersuchung des Tragverhaltens von gekrümmten Stahltrapezprofilen TRE 106; Versuchsanstalt für Stahl Holz und Steine der Universität Karlsruhe 1994
- [28] Univ.Prof.Dr.-Ing. H.Saal: Untersuchung des Tragverhaltens von gekrümmten Stahltrapezprofilen TRE 40; Versuchsanstalt für Stahl Holz und Steine der Universität Karlsruhe 1994
- [29] DI. W. Radhuber: Klemmverbindungen mit Dichtungen für Trapezbleche; Wernberg 1985

Материалы

- [30] DIN EN 10 147: Kontinuierlich feuerverzinktes Blech und Band aus Baustählen, Technische Lieferbedingungen

C. ИЗГОТОВЛЕНИЕ И МОНТАЖ

13. ДОПУСТИМЫЕ ВАРИАНТЫ

Арочные трапецеидальные профиля так же, как и плоские, должны соответствовать требованиям стандартов DIN 18 807 Часть 1 и "Элементы из стальных листов, контроль качества RAL-GZ 617".

Эти документы определяют предельные значения геометрии профиля, а именно:

- высоты профиля
- ширины профиля
- ширины верхних и нижних полок
- радиуса закруглений
- кромок полок
- отклонений от проектной геометрии
- поперечной деформации

ÖNORM DIN 18 202 и ENV 1090 регламентируют возможные значения этих параметров.

14. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА

Процедура проведения внутреннего производственного и внешнего контроля описана в RAL-GZ 617.

При изготовлении производитель проверяет соответствие изделий заявляемым/требуемым характеристикам. Проверяется материал, качество цинкового покрытия, толщины листа, соответствие допускам.

Внешний контроль осуществляется уполномоченными организациями (LMPA Sachsen-Anhalt).

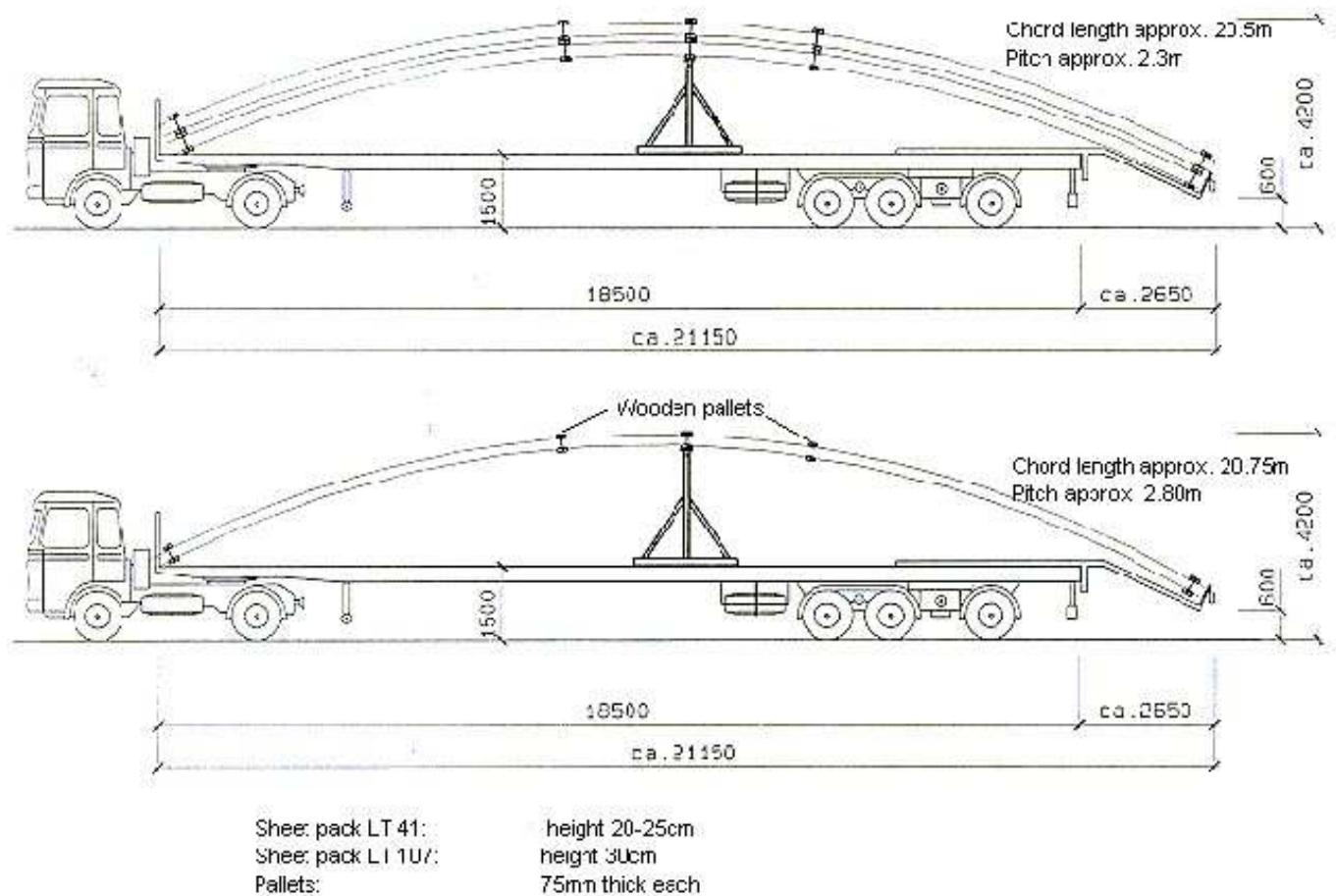
15. УКАЗАНИЯ ПО МОНТАЖУ

При монтаже арочных покрытий Legato необходимо соблюдать определенные требования для обеспечения надёжности системы.

15.1. Транспортировка

При транспортировке необходимо соблюдение следующих требований:

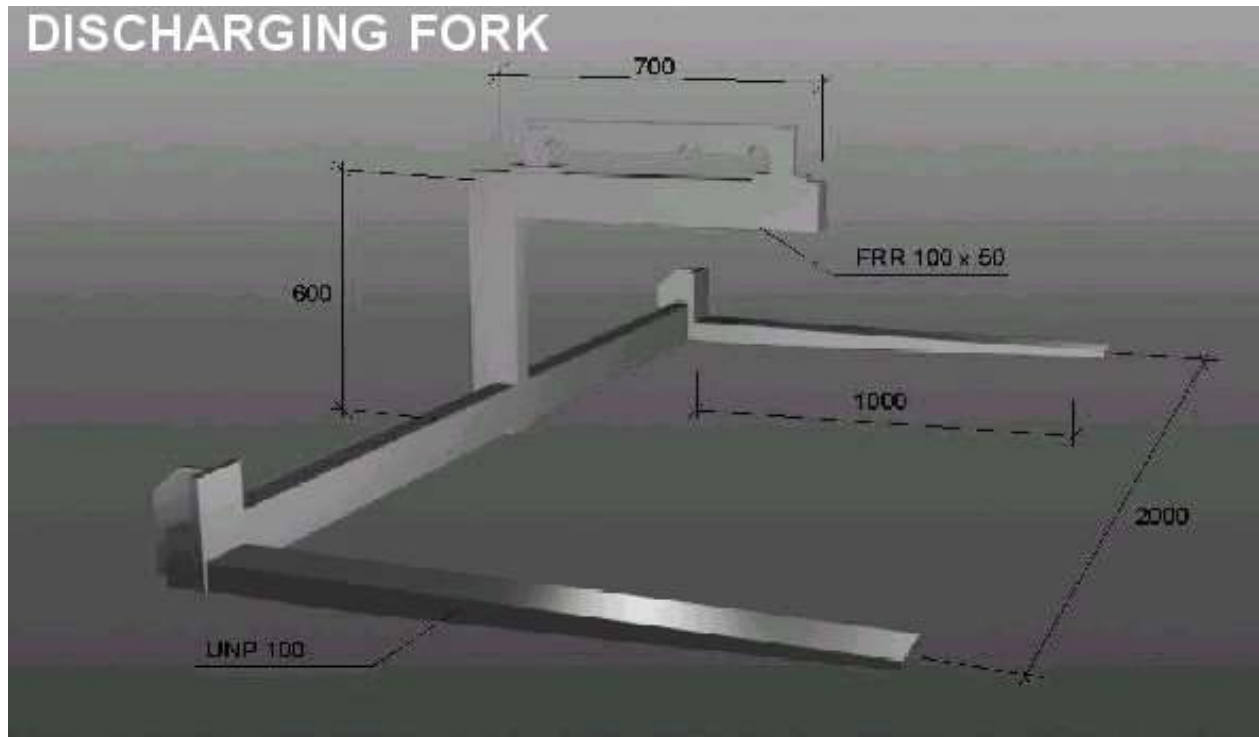
- Накладываются ограничения на высоту и ширину транспортного средства с грузом.



- Чтобы избежать повреждения нижележащих элементов, необходимо чтобы масса упаковки не превышала 3 тонн.
- Не рекомендуется укладывать друг на друга более трёх элементов.

Для разгрузки используют высокопрочные ремни, которые подводятся под две трети элемента. Ремни должны образовывать острый угол, чтобы противодействовать усилиям, возникающим от собственного веса арок.

В случае разгрузки более коротких и легких (до 2000 кг) арочных элементов, их можно разгружать разгрузочным приспособлением (см. рис.).

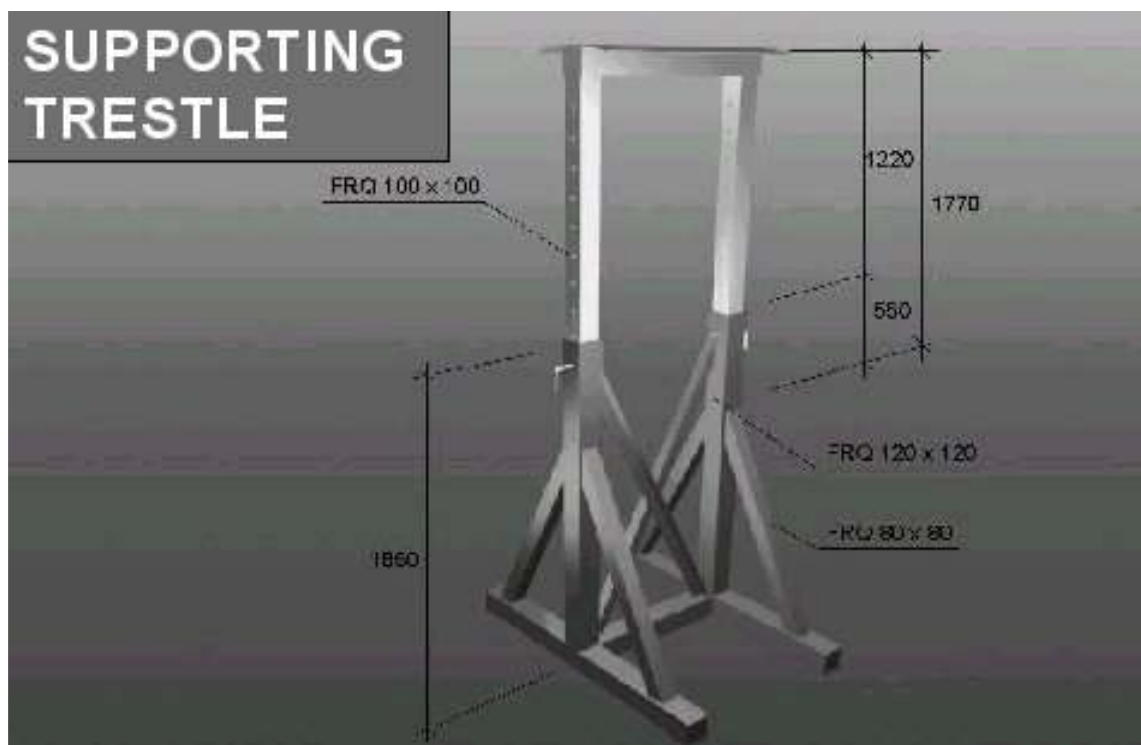


15.2. Складирование

Весь процесс разгрузки и складирования должен соответствовать международным правилам. Кроме того, количество манипуляций должно быть сведено до минимума из-за риска повреждения листов.

Элементы, которые обычно весят от 2000 до 3500 кг, наиболее рационально хранить как можно ближе к месту строительства. Должна быть организована стеллажная система и концы элементов должны находиться на горизонтальных деревянных досках. Арочные элементы необходимо устанавливать на вертикальные регулируемые подмости (см. рис.).

Для элементов, складываемых более чем на несколько дней, необходимо предусмотреть мероприятия по защите от дождя и ветра.



15.3. Монтаж

Монтажные бригады, имеющие опыт работы с плоскими профнастилами, могут без дополнительной специальной подготовки работать с арочными системами Legato. Рекомендуется, по возможности, иметь в бригаде квалифицированного рабочего по работе с листовым металлом.

В бригаде должна насчитываться не менее 4 рабочих. Трое работают на крыше, один на земле.

Для эффективной работы необходимы монтажные схемы и ведомость элементов. Там же необходимо указывать направление монтажа (обычно против наветренной стороны).

Монтаж однослойной системы

Перед монтажом арочных элементов должны быть установлены опоры и водостоки (или подготовлены к одновременному монтажу). Рабочий проверяет надежность креплений этих элементов.

Для быстрого монтажа требуется мобильный кран с грузоподъемностью не менее 500 кг.

Требуется установить барьеры безопасности на свободных кромках покрытия.

После выполнения этих требований приступают к непосредственному монтажу арочной системы.

Первый арочный лист разгрузочным приспособлением подается к месту монтажа. Здесь на каждой из опор должен находиться рабочий для поддержки конструкции. Крепежи (зажимные планки) до конца не затянуты. На этом этапе арочный лист все еще подстраховывается разгрузочным приспособлением. После точной выверки листа с помощью крана на него подают веревочную лестницу. Третий рабочий забирается наверх и освобождает захваты разгрузочного приспособления. После того как рабочий спустится, кран разворачивает разгрузочное приспособление и берет следующий лист. К этому моменту болты крепежных планок должны быть окончательно затянуты.

Далее разгрузочным приспособлением захватывается второй лист, подается к месту монтажа и выверяется на опоры. Третий рабочий забирается наверх по первому элементу и, начиная с центра, заворачивает болты в нахлесточном желобе, а также освобождает разгрузочное приспособление. После затяжки болтов второй лист крепят в его окончательное положение. После этого веревочную лестницу переставляют на второй элемент.

Вышеописанная процедура монтажа повторяется. Точное выравнивание арочного очертания проверяется на каждом 3-5 элементе.

И так продолжается до конца монтажа покрытия, учитывая возможные оконные проемы. Ширина оконных проемов обычно соответствует ширине арочных элементов. Если один лист пропущен для установки окна, монтаж продолжается с этапа установки первого элемента.

Иногда по конструктивным соображениям необходима установка половины арочного листа вдоль каждой кромки оконного проема для его усиления.

Между частями покрытия, разделенных оконным проемом, располагают соединительные элементы на расстоянии 2 м под соответствующим углом к окну для предотвращения деформативности кромок оконного проема, несущих нагрузку от окон. После этого устанавливаются окна (обычно поликарбонатные двухслойные листы).

В однослойной арочной системе отдельные листы соединяются саморезами с рекомендуемым интервалом по 3 шт на погонный метр (max 500 мм) вдоль линии нахлестки. Расстояние между крепежами на опоре определяется расчетом.

После монтажа системы могут проводиться завершающие работы, например, установка водостоков.

Монтаж двухслойной системы

По аналогии нижний лист монтируется, как описано выше. Отличия могут быть в следующем:

- устройства фиксации: отдельные листы крепятся уплотняющими заклепками вместо саморезов.

- окна: соединительные элементы усиления оконных проемов можно не использовать, так как их функцию теперь выполняют прокладочные элементы. Возможно, потребуется разместить по половине элемента вдоль кромок.

После установки нижнего листа уже не требуется продолжительное использование крана. Он необходим только для подачи элементов на уровень покрытия, но больше не выполняет функции подстаховки.

Для обеспечения герметичности нижнего слоя, необходимо места нахлестки элементов нижнего листа зашить алюминиевой самоклеящейся пленкой после окончательного соединения. Шляпки заклепок также должны иметь уплотнители.

После монтажа нижнего листа можно устанавливать разделительные элементы. Как уже оговаривалось в разделе А, они могут быть выполнены из шляпного профиля или из коротких элементов, соединенных пластиковой изоляционной полосой.

Начиная от опоры и по направлению до вершины арки, шляпные профили устанавливаются с интервалом 1,25-1,50 м. По возможности расстояние между прокладочными элементами должно соответствовать стандартной ширине плит из теплоизоляционных материалов. В таком случае не нужен раскрой утеплителя.

- Шляпный профиль:

Рекомендуется перед установкой в шляпный профиль плит утеплителя раскроить их на земле, и хорошо укрепив клеящейся лентой, подавать к месту монтажа. Прокладочный элемент крепится к нижнему слою уплотняющими заклепками, которые соединяют нижние полки элемента с волнами профнастила.

- Элементы с пластиковой полосой:

Крепятся к каждой второй волне в системе Legato 40. В системах Legato 70 и 107 необходимо крепить элементы к каждой волне.

После установки коротких прокладочных элементов прикрепляют продольные изоляционные планки саморезующими винтами с тонущими головками.

Далее между прокладочными элементами укладывается утеплитель.

После соединения шляпных профилей с утеплителем и верхним листом пакет подается вверх. Рекомендуется поднимать 5-10 пакетов за один прием и укладывать их на

расстоянии равном габаритной ширине элементов. Кран после этого больше не требуется.

Сразу после укладки теплоизоляции трапецидальный верхний лист крепится уплотняющими болтами к прокладкам в соответствующих местах. Одновременно выверяются профили и водостоки.

Окна можно смонтировать позже.

Верхний лист Legato 40 крепится к прокладочным элементам на каждой второй волне. Исключения составляют профили на вершукке и ближайшие к водостокам. В этих местах трапецидальный профиль соединяется с прокладочными элементами на каждой волне.

Верхние листы из профиля 70 и 107 должны крепиться на каждой волне.

16. СОЕДИНЕНИЯ

16.1. Однослойная конструкция

Узел крепления к опорам

Крепежные планки с уплотняющим слоем (тепло- и гидроизоляция), болты М12 или М16 класса прочности 8,8.

Тип профиля	Каждая или каждая вторая волна	Расстояние	Диаметр болта
LT 40	по расчету	160 или 320 мм	М12
LT 70	каждая	187,5 мм	М12
LT 107	каждая	250 мм	М16

Отверстия для болтов в опорной конструкции должны соответствовать отверстиям в трапецидальном профиле.

Крепление отдельных листов (продольное сопряжение)

Специальные крепежные болты из стали А2 диаметром 6,5 мм с минимальной длиной резьбовой части 25 мм и с шайбой с резиновой прокладкой.

Шаг болтов – 3 шт. на погонный метр, максимальный – 500 мм для всех типоразмеров.

16.2. Двухслойная конструкция

Крепление нижнего листа

Узел крепления к опорам

Крепежные планки с или без уплотнителя, болты M12 или M 16 класса прочности 8,8.

Тип профиля	Каждая или каждая вторая волна	Расстояние	Диаметр болта
LT 40	по расчету	160 или 320 мм	M12
LT 70	каждая	187,5 мм	M12
LT 107	каждая	250 мм	M16

Отверстия для болтов в опорной конструкции должны соответствовать отверстиям в трапецидальном профиле.

Крепление отдельных листов (продольное сопряжение)

Крепёжная заклёпка min 4,8/10 мм; алюминий.

Расстояние: max 500 мм для всех типов профилей.

Продольные планки должны иметь форму, зашивающую соединительные и заклепочные отверстия с герметизацией алюминиевой самоклеящейся лентой (min ширина 50 мм).

Крепление прокладочного элемента к нижнему листу

Крепёжная заклёпка min 4,8/10 мм; алюминий.

- LT 70 и 107: На каждой вершине волны.
- LT 40: На каждой второй вершине волны.

Изоляционная полоса

Изоляционная полоса: пластиковая планка (удельный вес 900-950 кг/м³) прикручивается к каждому прокладочному элементу саморезами, тип SC5/46-DS 12-5/5x60.

Крепление верхнего листа к прокладочному элементу

Специальные крепёжные болты из стали A2 диаметром 6,5 мм с минимальной длиной резьбовой части 25 мм и с шайбой с резиновой прокладкой (для прокладочных элементов с изоляционной полосой минимальная длина болта 35 мм).

- LT 70 и 107: На каждой вершине волны.
- LT 40: На шляпном профиле – на верхушке арки и ближайших к водостокам местах соединение на каждой волне, в остальных местах – на каждой 2-ой вершине волны.

Крепление отдельных листов (продольное сопряжение)

Специальные крепёжные болты из стали А2 диаметром 6,5 мм с минимальной длиной резьбовой части 25 мм и с шайбой с резиновой прокладкой.

Шаг болтов – 3 шт. на погонный метр, максимальный – 500 мм для всех типоразмеров.

16.3. Конструкция с повышенной огнестойкостью

Крепление нижнего листа

Узел крепления к опорам

Соединение к опорной конструкцией выполняется саморезующими болтами или монтажными болтами (шаг по расчету).

Верхний лист является несущим, поэтому нижний лист предназначен только для восприятия монтажной нагрузки, а в случае пожара должен предотвратить обрушение теплоизоляции.

Крепление отдельных листов (продольное сопряжение)

Крепёжные болты 4,8/10 мм сталь (алюминиевые болты и болты из сплавов с более низкой температурой плавления чем у стали применять категорически запрещается).

Шаг болтов: max 500 мм для всех типов профилей.

Продольные планки должны иметь форму, зашивающую соединительные и заклепочные отверстия с герметизацией алюминиевой самоклеящейся лентой (min ширина 50 мм).

Крепление прокладочного элемента к нижнему листу

Крепёжная заклёпка min 4,8/10 мм; алюминий.

- LT 70 и 107: На каждой вершине волны.
- LT 40: На каждой второй вершине волны.

Изоляционная полоса

Изоляционная полоса: пластиковая планка (удельный вес 900-950 кг/м³) прикручивается к каждому прокладочному элементу саморезами, тип SC5/46-DS 12-5/5x60.

Крепление верхнего листа к прокладочному элементу

Специальные крепёжные болты из стали А2 диаметром 6,5 мм с минимальной длиной резьбовой части 25 мм и с шайбой с резиновой прокладкой (для прокладочных элементов с изоляционной полосой минимальная длина болта 35 мм).

- LT 70 и 107: На каждой вершине волны.
- LT 40: На шляпном профиле – на верхушке арки и ближайших к водостокам местах соединения на каждой волне, в остальных местах – на каждой 2-ой вершине волны.

Крепление отдельных листов (продольное сопряжение)

Специальные крепёжные болты из стали А2 диаметром 6,5 мм с минимальной длиной резьбовой части 25 мм и с шайбой с резиновой прокладкой.

Шаг болтов – 3 шт. на погонный метр, максимальный – 500 мм для всех типоразмеров.

17. НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ И ЭКСПЕРТНЫЕ ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Допуски

- [40] DIN 18 807 Teil 1: Stahltrapezprofile; Allgemeine Anforderungen, Ermittlung der Tragfähigkeitswerte durch Berechnung
- [41] Bauelemente aus Stahlblech; Gütesicherung; RAL-GZ 617
- [42] ÖNORM DIN 18 202; Toleranzen im Hochbau, Bauwerke
- [43] ENV 1090; Ausführung von Tragwerken aus Stahl

Контроль качества

- [44] Bauelemente aus Stahlblech; Gütesicherung; RAL-GZ 617

Указания по монтажу

- [45] IFBS Richtlinie 8.01: Richtlinie für die Montage von Stahlprofiltafeln für Dach-, Wand-, und Deckenkonstruktionen

D). ПРИЛОЖЕНИЕ

18. ТАБЛИЦЫ

18.1. Legato 40

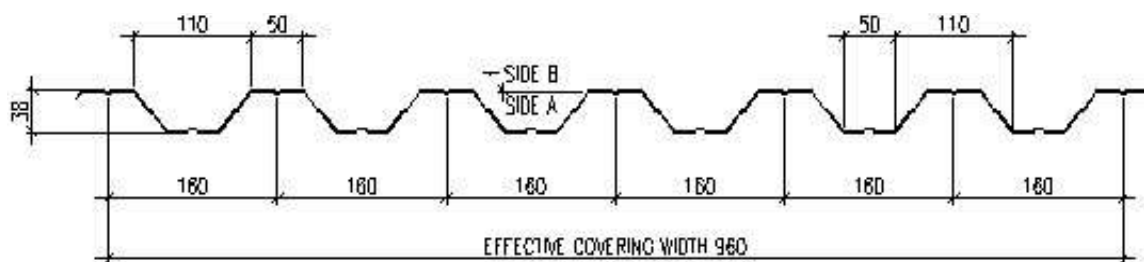


Таблица 18.1.1. Минимальный радиус

Тип профиля	Класс стали	Толщина листа [мм]	Минимальный радиус [м]
Legato 40	StE 280	0,75	8,00
		0,88	6,00
		1,00	4,50
		1,25	4,00
		1,50	4,00
	(StE 250) нетиповая конструкция	0,75	5,00
		0,88	3,00
		1,00	2,50

Таблица 18.1.2. Геометрические характеристики (сталь Fe E 280 G)

Толщина листа мм	При растяжении					При сжатии и изгибе				
	A_g см ² /м	i_g см ⁴ /м	i_g см	e_o см	e_u см	A_{ef} см ² /м	i_{ef} см	i_{ef}^4 см ⁴ /м	$W_{g,ef}$ см ³ /м	$W_{y,ef}$ см ³ /м
0,75	8,87	20,49	1,52	1,88	1,88	7,78	1,53	20,36	10,83	10,83
0,80	10,49	24,24	1,52	1,88	1,88	9,55	1,53	24,09	12,81	12,81
1,00	12,99	27,70	1,52	1,88	1,88	11,20	1,52	27,53	14,64	14,64
1,25	15,11	34,91	1,52	1,88	1,88	14,69	1,52	34,69	18,45	18,45
1,50	18,23	42,12	1,52	1,88	1,88	18,23	1,52	41,89	22,26	22,26

Таблица 18.1.3. Несущая способность

Класс стали	Толщина листа [мм]	Сопrotивление продольной силе [кН/м]		Сопrotивление изгибающему моменту $M_{R,k}$ [кНм/м]
		$N_{R,k}$ растяжение	$N_{R,k}$ сжатие	
Fe E 280 G $R_y = 280$ МПа	0,75	248,36	217,84	2,94
	0,88	293,72	267,40	3,54
	1,00	335,72	313,60	4,10
	1,25	423,08	411,32	5,16
	1,50	510,44	510,44	6,23

18.2. Legato 70

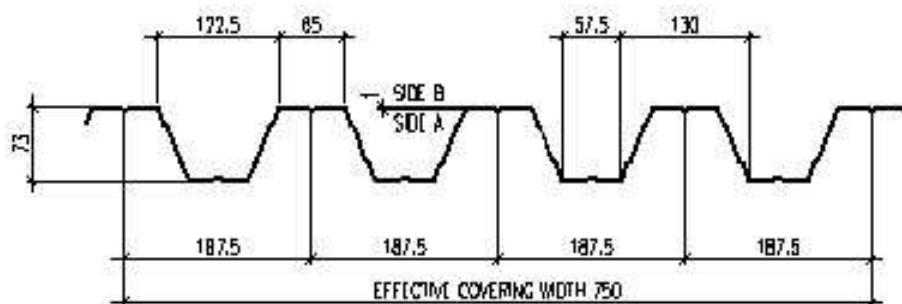


Таблица 18.2.1. Минимальный радиус

Тип профиля	Класс стали	Толщина листа [мм]	Минимальный радиус [м]
Legato 70	StE 320	0,75	12,0
		0,88	10,0
		1,00	8,0
		1,25	
		1,50	

Таблица 18.2.2. Геометрические характеристики (сталь Fe E 320 G)

Толщина листа мм	При растяжении					При сжатии и изгибе				
	A_g CM ² /M	i_g CM ⁴ /M	i_g CM	e_o CM	e_u CM	A_{ef} CM ² /M	i_{ef} CM	i_{ef} CM ⁴ /M	$W_{g,ef}$ CM ³ /M	$W_{u,ef}$ CM ³ /M
0,75	10,98	86,08	2,80	3,65	3,65	6,95	2,97	85,97	23,44	23,23
0,88	12,99	101,84	2,80	3,65	3,65	8,96	2,92	101,72	28,19	27,48
1,00	14,84	116,35	2,80	3,65	3,65	10,89	2,89	116,25	32,63	31,41
1,25	18,71	146,69	2,80	3,65	3,65	14,99	2,86	146,52	41,80	39,58
1,50	22,57	176,95	2,80	3,65	3,65	19,20	2,84	176,79	50,63	47,76

Таблица 18.2.3. Несущая способность

Класс стали	Толщина листа [мм]	Соппротивление продольной силе [кН/м]		Соппротивление изгибающему моменту $M_{R,k}$ [кНм/м]
		$N_{R,k}$ растяжение	$N_{R,k}$ сжатие	
Fe E 320 G $R_y = 320$ МПа	0,75	309,40	219,80	6,57
	0,88	365,96	279,72	7,78
	1,00	418,04	336,00	8,89
	1,25	526,96	455,00	11,20
	1,50	635,88	576,52	13,52

18.3. Legato 107

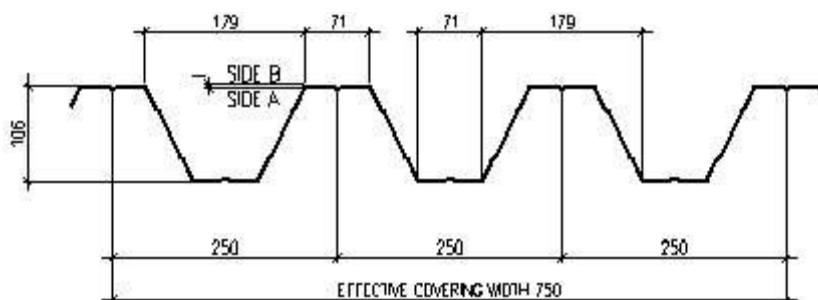


Таблица 18.3.1. Минимальный радиус

Тип профиля	Класс стали	Толщина листа [мм]	Минимальный радиус [м]
Legato 107	StE 280	0,75	50,0
		0,88	28,0
		1,00	15,0
		1,25	11,0
		1,50	10,0
	StE 250	0,75	20,0
		0,88	13,00
		1,00	12,0

Таблица 18.3.2. Геометрические характеристики (0,75 и 0,88 мм – Fe E 250 G, остальные – Fe E 280 G)

Толщина листа мм	При растяжении					При сжатии и изгибе				
	A_g CM ² /M	i_g CM ⁴ /M	i_g CM	e_o CM	e_u CM	A_{ef} CM ² /M	i_{ef} CM	i_{ef} CM ⁴ /M	$W_{g,ef}$ CM ³ /M	$W_{u,ef}$ CM ³ /M
0,75	11,81	182,7	4,00	5,30	5,30	9,01	4,20	182,40	34,43	34,43
0,88	13,12	209,90	4,00	5,30	5,30	9,35	4,31	209,6	39,55	39,55
1,00	14,99	239,8	4,00	5,30	5,30	10,83	4,28	239,50	45,19	45,19
1,25	18,90	302,40	4,00	5,30	5,30	15,01	4,18	301,9	56,96	56,96
1,50	22,80	364,80	4,00	5,30	5,30	19,47	4,10	364,30	68,74	67,74

Таблица 18.3.3. Несущая способность

Класс стали	Толщина листа [мм]	Сопrotивление продольной силе [кН/м]		Сопrotивление изгибающему моменту $M_{R,k}$ [кНм/м]
		$N_{R,k}$ растяжение	$N_{R,k}$ сжатие	
Fe E 250 G $R_y = 250$ МПа	0,75	212,62	162,21	6,17
	0,88	328,00	233,75	9,55
Fe E 280 G $R_y = 280$ МПа	1,00	419,72	303,24	12,23
	1,25	529,20	420,28	15,87
	1,50	638,40	545,16	19,25

18.4. Ориентировочные максимальные пролёты арочных профилированных листов (точные значения определяются расчетом)

Значения в таблицах получены при следующих параметрах:

- закрытое помещение
- отношение радиуса арки к длине пролёта = 1/1
- высота карниза здания: 6,0 м над уровнем земли
- нормативная снеговая нагрузка 0,75 кН/м² ... 1,00 кН/м²
- нормативная ветровая нагрузка 0,57 кН/м²
- расчётные нагрузки соответствуют Австрийским стандартам
- сбор нагрузок и определение внутренних усилий в соответствии с DIN 18 800
- учитываются требования DIN 18 807 и "Anpassungsrichtlinie Stahlbau" Май 1996

Однослойные арочные конструкции

Таблица 18.4.1. Максимальные пролёты – однослойные конструкции

Тип профиля	Толщина листа [мм]	$s_0=0,75 \text{ кН/м}^2$ Максимальный пролёт [м]	$s_0=1,00 \text{ кН/м}^2$ Максимальный пролёт [м]
Legato 40	0,75	8,75	7,75
	1,00	9,75	8,50
	1,25	10,50	9,50
Legato 70	0,75	13,50	12,25
	1,00	15,00	13,50
	1,25	16,50	15,00
Legato 107	0,75	15,50 *	14,00 *
	1,00	18,50	16,50
	1,25	20,50	18,75

* Радиус – 20,0 м (минимальный радиус), отношение пролёта к радиусу не равно 1/1.

Двухслойные арочные элементы

При разработке таблиц максимальных пролетов для двухслойных арок приняты во внимание нагрузки в стадии монтажа, которые могут быть восприняты только нижним листом.

Таблица 18.4.2. Максимальные пролёты двухслойных арочных элементов

Типы профиля	Толщина листа [мм]	$s_0=0,75 \text{ кН/м}^2$	$s_0=1,00 \text{ кН/м}^2$
		Максимальный пролёт [м]	Максимальный пролёт [м]
Legato 40+40	0,88+0,75	13,00 ** (16,00)	13,00 ** (15,00)
	1,25+0,88	14,25 ** (17,50)	14,25 ** (15,75)
Legato 70+70	0,88+0,75	20,00	20,00
Legato 107+107	0,88+0,75	20,00	20,00

** Указанная нагрузка может быть воспринята на стадии монтажа. Значения в круглых скобках справедливы только при приложении указанной нагрузки на стадии эксплуатации.

18.5. Шляпные профили

Таблица 18.5.1. Моменты инерции и величины предельных срезающих усилий в шляпных профилях (экспериментальные), крепление на каждой волне.

Арочный профиль		Расчетная высота [см]	Для шляпного профиля	
Несущий лист	Верхний лист		$I_{НК} [\text{см}^4/\text{м}]$	$T_{НК} [\text{кН/м}]$
LT 40/0,88	LT 40/0,75	17,12	0,9	12,5
LT 40/1,25	LT 40/1,00	17,12	1,0	
<i>LT 70/0,88</i>	<i>LT 70/0,75</i>	20,02	1,2	7,0
<i>LT 70/1,50</i>	<i>LT 70/1,25</i>	20,02	1,5	
LT 107/0,88	LT 107/0,75	23,49	1,5	
LT 107/0,88	LT 107/1,25	23,49	2,0	

Таблица 18.5.2. Моменты инерции и величины предельных срезающих усилий в элементах с пластиковой полосой (экспериментальные), крепление в каждой волне.

Арочный профиль		Расчетная высота [см]	Для профиля с полосой	
Несущий лист	Верхний лист		$I_{НК} [\text{см}^4/\text{м}]$	$T_{НК} [\text{кН/м}]$
LT 40/0,88	LT 40/0,75	18,10	1,17	11,2
LT 40/1,00	LT 40/0,75	18,10	1,17	14,5
<i>LT 70/0,88</i>	<i>LT 70/0,75</i>	21,02	1,9	11,0
<i>LT 70/1,00</i>	<i>LT 70/0,75</i>	21,02	1,9	13,0
LT 107/0,88	LT 107/0,75	24,70	2,6	10,9
LT 107/1,00	LT 107/0,75	24,70	2,6	12,1

Для профилей, выделенных курсивом, испытания не проводились. Приведенные значения получены из усреднения результатов испытаний LT 40 и LT 107.

Расчетная высота: высота фиктивной решетки (расстояние между осями сечения профлистов)
 $I_{НК}$: условный момент инерции (по результатам испытаний)
 $T_{НК}$: предельное срезающее усилие (по результатам испытаний)

При проведении испытаний шляпные профили и элементы с изолирующей полосой крепились к каждой волне заклепками.

18.6. Крепёжные планки

Крепёжные планки с уплотнителем (защита от атмосферных осадков и компенсация температурного расширения) крепятся болтами диаметром М12 и М16 класса 8,8

Таблица 18.6.1 Крепёжные планки

Тип профиля	Каждая или каждая вторая волна	Шаг болтов	Диаметр болтов
LT 40	По расчету	160 или 320 мм	М12
LT 70	Каждая	187,5 мм	М12
LT 107	Каждая	250 мм	М16

Таблица 18.6.2. Несущая способность крепёжных планок

Тип профиля	Каждая или каждая вторая волна	Шаг болтов	Диаметр болтов
LT 40	Каждая	40,6	LT 40
LT 40	Каждая вторая	20,3	LT 40
LT 70	Каждая	34,2	LT 70
LT 107	Каждая	40,3	LT 107

Несущая способность зависит от толщины трапецеидального листа, предварительного напряжения болтов, уплотняющего слоя и типа крепёжной планки (сталь или чугун). Данные значения минимальные, увеличить их возможно путем соответствующих мероприятий.

18.7. Опорная пята

Таблица 18.7.1. Несущая способность опорной конструкции (опорной пяты)

Опорная конструкция	Проектная величина усилия T_{Rd} [кН] (на опорную пята)
сталь	86 кН
бетон В30, без опорной пластины Jordahl anchor channel K 40/22/2,5	18 кН
бетон В30, с опорной пластиной Jordahl anchor channel K 40/22/2,5	23 кН

19. НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ И ЭКСПЕРТНЫЕ ЗАКЛЮЧЕНИЯ

Экспертные заключения и стандарты к Части А (основная часть)

Экспертные заключения на физические свойства конструкции

- [1] Physikalisch-Technische Versuchsanstalt am TGM Wien: Gutachten 6881/WS; Wärmeschutz einer zweischaligen Konstruktion aus Trapezprofilen; TGM ZL.: 1384/1/87; 23.10.1987
- [2] Physikalisch-Technische Versuchsanstalt am TGM Wien: Gutachten 9260/WS; Wärmeschutz einer zweischaligen Konstruktion aus Trapezprofil Stahlblech; TGM ZL.: 1301/95; 22.1.1996
- [3] Physikalisch-Technische Versuchsanstalt am TGM Wien: Gutachten 9880/WS; Luftschallschutz einer Dachkonstruktion aus Trapezblechen; TGM ZL.: 1348/87; 6.10.1987

Экспертные заключения и стандарты по оценке огнестойкости

- [4] Institut für Brandschutztechnik und Sicherheitsforschung: BV-Zahl 3612/96; Untersuchung des zweischaligen Bogendaches mit Einzelbügel und darüberliegender Kunststoffleiste; 8.7.96
- [5] Institut für Brandschutztechnik und Sicherheitsforschung: BV-Zahl 2749/87; Untersuchung des zweischaligen Bogendaches mit durchlaufenden Hutprofilen; 10.7.87
- [6] ÖNORM B3800 Teil 2: Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen

Защита от коррозии

- [7] DIN EN 10 147; Kontinuierlich feuerverzinktes Blech und Band aus Baustählen
- [8] DIN 18 807, Teil 1; Stahltrapezprofile, Allgemeine Anforderungen, Ermittlung der Tragfähigkeitswerte durch Berechnung
- [9] DIN 55928-8; Korrosionsschutz von tragenden donnwandigen Bauteilen

Экспертные заключения и стандарты к Части В (расчётная часть)

Нагрузки и воздействия, определение внутренних усилий

- [10] ENV 1991: Grundlagen der Tragwerksplanung und Einwirkungen auf Tragwerke
- [11] ÖNORM B 4012: Belastungsannahmen im Bauwesen, Veränderliche Einwirkungen, Nutzlasten

- [12] ÖNORM B 4013: Belastungsannahmen im Bauwesen, Schnee- und Eislasten
- [13] ÖNORM B 4014-1: Belastungsannahmen im Bauwesen, Statische Windwirkungen (nicht schwingungsanfällige Bauwerke)
- [14] Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal: Bericht über Windkanalversuche an Modellen von Flugdächern; 1987
- [15] Österreichisches Normungsinstitut, FNA 176 (Belastungsannahmen im Bauwesen): Interpretation der Lastnorm B 4012; 1996
- [16] DIN 18 800 Teil 2 (11.90): Stabilitätsfälle, Knicken von Stäben und Stabwerken

Проектирование

- [17] DIN 18 807 Teil 1-3: Stahltrapezprofile
- [18] Mitteilungen des Deutschen Instituts für Bautechnik; Anpassungsrichtlinie Stahlbau; Mai 1996
- [19] ENV 1993-1-3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten, Allgemeine Bemessungsregeln- Ergänzende Regeln für kaltgeformte dünnwandige Bauteile und Bleche
- [20] o.Univ.Prof.DI.Dr.techn. F. Resinger, ao.Univ.Prof.DI.Dr.techn. R. Greiner: Bericht über die Tragfähigkeitsuntersuchung gekrümmter Trapezprofile; Technische Universität Graz 16.2.1987
- [21] o.Prof.Tekn. dr R. Baehre: Untersuchung des Tragverhaltens von gekrümmten Trapezprofilblechen; Versuchsanstalt für Stahl Holz und Steine der Universität Karlsruhe 15.1.87
- [22] o.Univ.Prof.DI.Dr.techn. R. Greiner: Versuche zur Bestimmung der Tragschubkraft und Nachgiebigkeit der Hutprofile in zweischaligen Bogendachkonstruktionen; Technische Universität Graz 12.6.91
- [23] Univ.Prof.Dr.-Ing. H. Saal: Experimentelle Untersuchung zur Ermittlung der Tragfähigkeit und Verformbarkeit von Hutprofilen in zweischaligen Bogendachkonstruktionen; Versuchsanstalt für Stahl Holz und Steine der Universität Karlsruhe 1995
- [24] Univ.Prof.Dr.-Ing. H. Saal: Ermittlung der Schubtragfähigkeits- und Schubsteifigkeitswerte von zweischaligen Bogendachkonstruktionen; Versuchsanstalt für Stahl Holz und Steine der Universität Karlsruhe 1995
- [25] o.Univ.Prof.DI.Dr.techn. R Greiner: Versuche zur Bestimmung der Tragfähigkeit der Auflagerelemente des Bogendaches mit Ergänzungsbericht; Technische Universität Graz 1992 und 1993
- [26] DI. W. Radhuber: Versuchsbericht über Traglastversuche für ein Widerlager; Wernberg 2.12.85

- [27] Univ.Prof.Dr.-Ing. H.Saal: Untersuchung des Tragverhaltens von gekrümmten Stahltrapezprofilen TRE 106; Versuchsanstalt für Stahl Holz und Steine der Universität Karlsruhe 1994
- [28] Univ.Prof.Dr.-Ing. H.Saal: Untersuchung des Tragverhaltens von gekrümmten Stahltrapezprofilen TRE 40; Versuchsanstalt für Stahl Holz und Steine der Universität Karlsruhe 1994
- [29] DI. W. Radhuber: Klemmverbindungen mit Dichtungen für Trapezbleche; Wernberg 1985

Материалы

- [30] DIN EN 10 147: Kontinuierlich feuerverzinktes Blech und Band aus Baustählen, Technische Lieferbedingungen

Стандарты к Части С (изготовление и монтаж)

Допуски

- [40] DIN 18 807 Teil 1: Stahltrapezprofile; Allgemeine Anforderungen, Ermittlung der Tragfähigkeitswerte durch Berechnung
- [41] Bauelemente aus Stahlblech; Gütesicherung; RAL-GZ 617
- [42] ÖNORM DIN 18 202; Toleranzen im Hochbau, Bauwerke
- [43] ENV 1090; Ausführung von Tragwerken aus Stahl

Контроль качества

- [44] Bauelemente aus Stahlblech; Gütesicherung; RAL-GZ 617

Указания по монтажу

- [45] IFBS Richtlinie 8.01: Richtlinie für die Montage von Stahlprofiltafeln für Dach-, Wand-, und Deckenkonstruktionen