



Blackbook



Technical Matters

2020



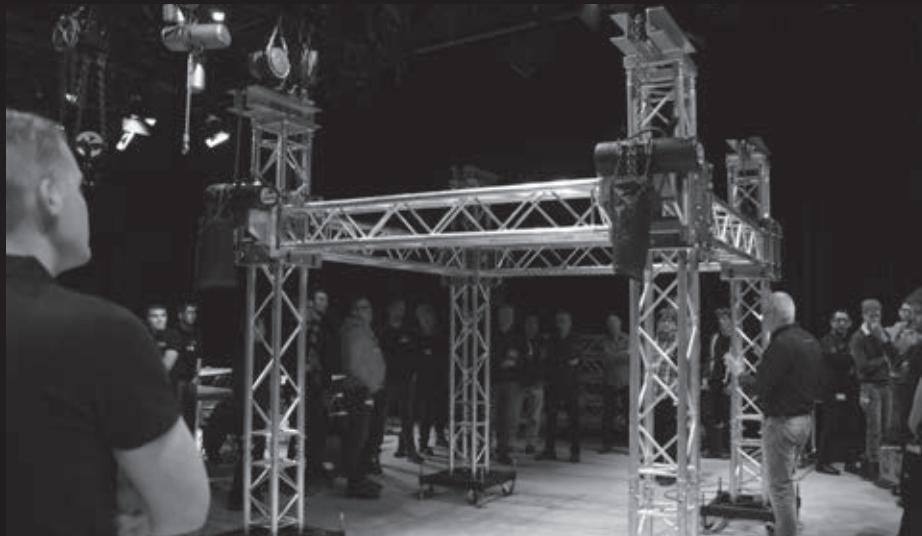
PROLYTE⁴





BlackBook оглавление

- ВВЕДЕНИЕ
- 1. ТЕРМИН: ФЕРМА 6
 - 1.1 МАТЕРИАЛ 7
 - 1.2 ПРЯМЫЕ ФЕРМЫ 7
 - 1.3 УГЛОВЫЕ МОДУЛИ 22
 - 1.4 КОЛЬЦЕВЫЕ МОДУЛИ 26
 - 1.5 ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ФЕРМЫ 30
 - 1.6 КОНСТРУКЦИИ ИЗ ФЕРМ 34
 - 1.7 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЕРМ 36
 - 1.8 ПРАВИЛА 49
 - 1.9 ТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФЕРМ PROLYTE 53
- 2. КАКАЯ ВЫСОТА НУЖНА? 67
- 3. КРЫШИ PROLYTE И НАРУЖНЫЕ КОНСТРУКЦИИ 71
- 4. ПОДВЕСНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ 82
- 5. СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ В ИНДУСТРИИ РАЗВЛЕЧЕНИЙ 84
- 6. ПРАВИЛА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ 88
- 7. PROLYTE CAMPUS 91
- ПРИМЕЧАНИЯ 92



Компания "Controllux", мероприятие на объекте Prolyte в Нидерландах

Основная техническая информация

Брошюра "BlackBook" содержит основную техническую информацию о наших фермах и сопутствующих продуктах. Мы рассматриваем наши продукты с учетом их технических свойств, их потенциала, практических возможностей, опыта, накопленного за более чем 25 лет в индустрии развлечений, а также с учетом уровня научных и технических знаний. Мы понимаем, что такая информация является базовой и не может охватывать все области и будущие разработки.

Несмотря на то, что эта документация не является исчерпывающей, мы считаем, что она дает хорошее представление о наших продуктах. Вся информация соответствует последним стандартам и разработкам на начало 2020 года. Здесь описываются состав и конструкция алюминиевых ферм, а также различные типы соединений, силы внутри ферм и различные типы нагрузки. Мы обсудим здесь стандарты, правила и законы, касающиеся ферм, а затем предоставим методы расчета, таблицы нагрузки и общие правила.



Кроме того, мы описываем платформы сцены, кровельные системы, подъем фермы, подъем людей, техническое обслуживание фермы, критерии выбраковки и утилизации, а также принятые практические правила. По нашему мнению, хорошее обслуживание клиентов заключается, прежде всего, в постоянном обновлении информации, что делает ее более доступной для пользователей. Это означает, что мы сталкиваемся с изменениями в нашем подходе к развитию брошюры Prolyte BlackBook со дня ее первого выпуска в 2007 году.

Более правильное и корректное использование наших продуктов приносит большую пользу нашим клиентам и нам как производителям. В долгосрочной перспективе это повысит безопасность, замотивирует клиентов и повысит осведомленность пользователей касательно работы с нашими продуктами. Наши главные цели – качество и безопасность, что касается не только наших продуктов, но и всей связанной с ними информации. И то, и другое являются ключом к успешной и безопасной продукции.

© 2020 PROLYTE BV.

Все права защищены. Ни один фрагмент данного каталога не может быть воспроизведен или опубликован в каком-либо виде, напечатан, отфотокопирован, воспроизведен как микрофильм либо каким-либо другим образом без предварительного письменного разрешения фирмы Prolyte BV. Несмотря на то, что каталог составлен с должной тщательностью, никаких заявлений относительно достоверности или точности измерений, данных или информации, содержащихся в данном документе, не делается. Prolyte не несет никакой ответственности за ущерб, убытки или другие последствия, понесенные в связи с использованием либо измерениями, данными или информацией, содержащейся в данном документе.

Мы оставляем за собой право изменять продукты, коды и техническую информацию без предварительного уведомления.

1. ТЕРМИН: ФЕРМЫ

Когда в 1970-х годах в технике, используемой для приведения различных мероприятий, появились первые решетчатые пролетные строения, вряд ли кто-нибудь мог бы описать такую ферму следующим образом: «Модульный структурный элемент из сваренных друг с другом алюминиевых трубок, используемый для создания временных несущих конструкций для светильного и звукового оборудования в технологиях, используемых в развлекательных мероприятиях». В то время использовалось все что угодно, от круглых стальных труб до антенных мачт или клепаных угловых профилей. Слово «ферма» или решетчатая балка использовалось для описания деревянной каркасной конструкции, которая использовалась для строительства домов, крыш, мостов или средневековых соборов. Разработка ферм в том виде, в каком мы их знаем сегодня, началась в конце 1970-х годов, когда индустрия развлечений искала простые и эффективные средства производства легких, но безопасных несущих конструкций.

Дизайнеры использовали ноу-хау в области пространственных конструкций, применяемых при строительстве мостов, для разработки современных продуктов. Помимо несущей способности, при разработке ферм важны и другие практические соображения.

Ферма представляет собой следующее:

- Полая решетчатая балка
- Изготавливаются из сварных профилей круглых и квадратных труб.
- Состоит из модульных соединенных частей.
- Имеет несколько стандартных длин.
- Используется для поддержки оборудования в индустрии развлечений.
- Поддерживается или устанавливается практически в любой точке.

Фермы Prolyte изготавливаются из алюминия, потому что:

- Собственный вес алюминия примерно на 65% меньше, чем сталь.
- Алюминий стоек к коррозии и поэтому не требует защиты от нее и не нуждается в большом объеме технического обслуживания.
- Алюминий имеет относительно высокую прочность на разрыв.
- Алюминий имеет привлекательный внешний вид благодаря естественному блеску.
- Алюминий на 100% пригоден для вторичной переработки.

Все фермы должны обладать следующими свойствами:

- Жесткость и стабильность, подходящие для предполагаемого использования.
- Простая, надежная и быстрая система соединения.
- Легкость использования благодаря легким компактным элементам.
- Удобен при использовании, транспортировке и хранении.
- Большое количество вариантов применения.
- Доступная пользователям основная информация о допустимой нагрузке и прогибе представлена в таблицах и диаграммах.
- Прочные и надежные соединительные детали.

Фермы доступны в различных геометрических профилях: ферма с двумя поясами (лестница), с тремя поясами (треугольник), с четырьмя поясами ферма (квадрат, прямоугольник или трапеция). Между этими профилями имеются существенные отличия, имеющие ключевое значение для следующих аспектов:

- Безопасность: конструктивная жесткость и устойчивость
- Эффективность затрат: эффективность подключения, хранения и транспортировки.
- Универсальность применения: широкий спектр вариантов использования для различных конструкций с особым типом фермы.

Каждая конструкция имеет свои преимущества, недостатки и области применения. Перед выбором системы пользователь должен тщательно обдумать предполагаемое использование. Компания Prolyte производит фермы практически для всех областей применения в технологии мероприятий, от декоративных ферм серии Е для магазинов и дисплеев до универсальных ферм для выставок, строительства и аренды выставочных стендов, до сверхмощных ферм, отвечающих высоким стандартам индустрии строительства сцен для мероприятий. Несмотря на то, что фермы — это относительно недавнее изобретение, в индустрии развлечений они уже стали незаменимыми.

Фермы производятся в стандартных вариантах длины, которые могут объединяться для получения любого необходимого метража. Изготовление фермы большой длины в виде одной детали не является общепринятым делом, поскольку это сделало бы их трудными для транспортировки, погрузочно-разгрузочных и других работ.

1.1 МАТЕРИАЛ

Наиболее распространенным сплавом, используемым для изготовления ферм, является EN-AW 6082 T6. По химическому составу сплав EN AW-6082 это AlMgSi1. EN указывает, что сплав разрешен европейским стандартом. AW указывает, что алюминий был кованым. T6 указывает на то, что сплав подвергается термообработанным раствором и искусственно состарен, что представляет собой процесс термообработки для повышения прочности сплава. К сожалению, повторное нагревание во время сварки снижает предел прочности основного материала в зоне вокруг сварного шва. Эта зона называется зоной термического влияния (ЗТВ). Размер ЗТВ и остаточная прочность, а также геометрия детали и многие другие параметры также определяются самим процессом сварки (например, дуговая сварка плавящимся электродом в инертном газе и газовольфрамовая сварка).

1.2 ПРЯМЫЕ ФЕРМЫ

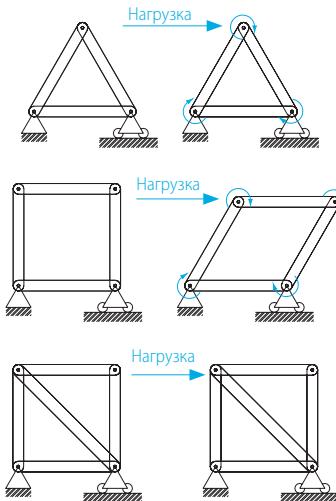
1.2.1 Компоненты ферм

Почему треугольная форма является наиболее доминирующим элементом фермы? Треугольник — единственная геометрическая форма, которая сохраняет свою форму, когда подвергается нагрузке в точках соединения или стыках, даже если эти стыки являются суставчатыми. Треугольник потеряет форму, только если одна сторона будет деформирована (удлинена, ската, свернута).

Поведение треугольной конструкции под нагрузкой легко рассчитать и спрогнозировать, если нагрузка дается только на узловые точки.

Каждая сторона треугольника должна подвергаться только силам сжатия или растяжения. Поскольку не предполагается никаких других воздействий, таких как силы сжатия, нагрузки следует направлять в узловые точки.

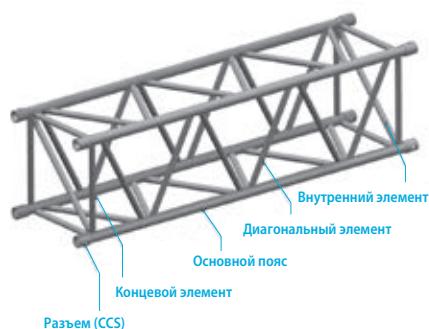
Следует подчеркнуть, что ферма без диагональных элементов с одной или двух сторон может не подходить для тех же типов нагрузки, что и фермы с диагональными элементами со всех сторон. Например, это относится к фермам серий H20V, S36R, S52F, S52V, S66R, S66V, S100F и всем видам двухжильных ферм. Даже не спрашивая инженера-строителя известно, что силы всегда должны действовать в плоскости с диагональным рисунком решетки фермы.



Треугольник — единственная геометрическая форма, которая сохраняет свою форму при нагрузке на соединения.

Основные элементы фермы:

- Основные пояса
- Элементы, диагональные, внутренние или под прямым углом к основным поясам.
- Разъемы и соединительные элементы



1. ТЕРМИН: ФЕРМЫ

Система с защитой от неумелого или неосторожного обращения

Все фермы Prolyte спроектированы как готовые к использованию модули с оконечными решетчатыми конструкциями. Концевые распорки находятся на концах решетчатой структуры всех модулей фермы. Отдельный модуль фермы достаточной длины можно использовать как несущий элемент. Модули фермы также можно соединять для создания более длинных пролетов фермы без потери структурной целостности и без необходимости уделять отдельное внимание непрерывности решетчатой конструкции.



Система с защитой от неумелого или неосторожного обращения для вашего удобства

Разобраться в терминологии кода товаров компании Prolyte — непростая задача. Даже в нашем основном каталоге мы не можем объяснить все детали. Вот несколько примеров, объясняющих основы:

H30V-L300, очень распространенный модуль прямой фермы, известный большинству пользователей Prolyte.

| Показатель | Объяснение |
|------------|--|
| H | Основной пояс 48x3 мм |
| 30 | Ориентировочная высота фермы 30 см, точная высота 287 мм, элементы 16x2 мм |
| V | Ферма на четыре пояса, квадратное сечение |
| L | Модуль для прямой фермы |
| 300 | Длина 300 см |

X30D-R250-8, легкая кольцевая ферма.

| Показатель | Объяснение |
|------------|--|
| X | Основной пояс 51x2 мм |
| 30 | Ориентировочная высота фермы 30 см, точная ширина 290 мм, точная высота 258 мм, элементы 16x2 мм |
| D | Ферма на три пояса, треугольное сечение |
| R | Кольцевой модуль, обозначенный внешним радиусом |
| 250 | Наружный радиус 250 см, внешний диаметр 500 см |
| 8 | Круг разрезан на 8 частей по 45°, примерная длина модуля 2x250 см x π/8 ≈ 196 см |

H40V-C003, простой угловой модуль.

| Показатель | Объяснение |
|------------|--|
| H | Основной пояс 48x3 мм |
| 40 | Ориентировочная высота фермы 40 см, точная высота 387 мм, элементы 20x2 мм |
| V | Ферма на четыре пояса, квадратное сечение |
| C | Угловой модуль для фермы |
| 003 | Код Prolyte для двухстороннего углового модуля, длина ножек в 40-й серии 60 см |

CCS6-600, конический соединитель.

| Показатель | Объяснение |
|------------|---|
| CCS | Коническая система соединения |
| 6 | Размер для серий Х, Н и S30T и S40T |
| 600 | Код Prolyte для конического соединителя |

T-48-CC150CC, однотрубный с коническими разъемами.

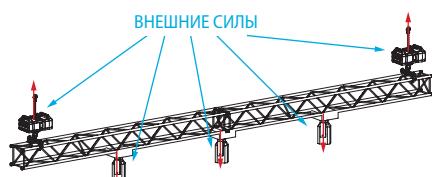
| Показатель | Объяснение |
|------------|---|
| T | Одинарная кольцевая труба, прямая |
| 48 | Поперечное сечение трубы 48x3 мм |
| CC | Конический соединитель, приваренный с одной стороны |
| 150 | Длина 150 см |
| CC | Конический соединитель приварен с другой стороны |

1.2.2 Силы и реакции

На фермы действуют разные силы. Мы должны различать внешние и внутренние силы.

Внешние силы довольно легко понять. Они действуют на ферму посредством внешних воздействий. Внешние силы создаются посредством:

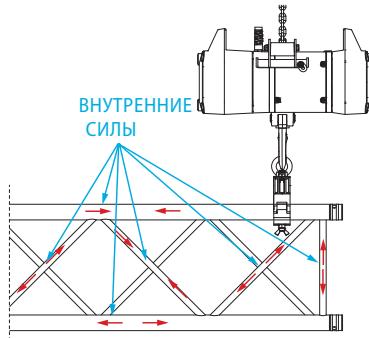
- Полезные нагрузки, такие как осветительные приборы, акустическая система, светодиодные экраны, кабели, шторы, занавески и т.д.
- Собственный вес
- Динамика, вызванная запуском и остановкой подъемных работ
- Факторы воздействия окружающей среды, такие как ветер, снег или лед



Внутренние силы немного сложнее понять. Мы можем определить внутренние силы как силы реакции фермы под действием внешних сил. Эти внутренние силы могут быть определяться внутри отдельного участка фермы или внутри отдельного участка конструкции фермы.

Максимальное количество внутренних сил, которые может выдержать ферма, определяется прочностью материала фермы, а также ориентацией и положением ее компонентов. Если внешние силы вызовут внутренние силы, превышающие максимальные внутренние силы, которые может выдержать ферма, ферма выйдет из строя.

Далее мы рассмотрим внутренние силы фермы на примерах внешних сил из повседневной практики и то, как увеличить грузоподъемность фермы, изменив ее компоненты.

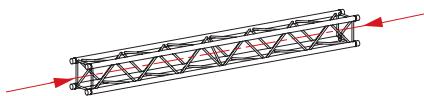


Продольная сила на ферме

1. ТЕРМИН: ФЕРМЫ

Продольная сила

Продольная сила — это сила, действующая продольно по отношению к центральной линии фермы, ее основным поясам и элементам.

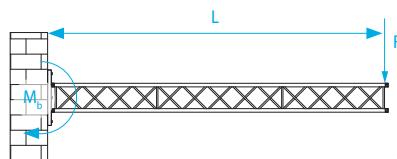


Нормальная сила в разрешенных основных поясах и элементах

Максимально допустимая продольная сила фермы определяется основными поясами и соединениями фермы. После определения ограничивающего компонента максимально допустимая продольная сила может быть увеличена путем увеличения диаметра основного пояса, увеличения толщины стенки основного пояса или усиления соединений фермы. В повседневной практике нужно было бы использовать более прочный тип фермы.

Изгибающий момент

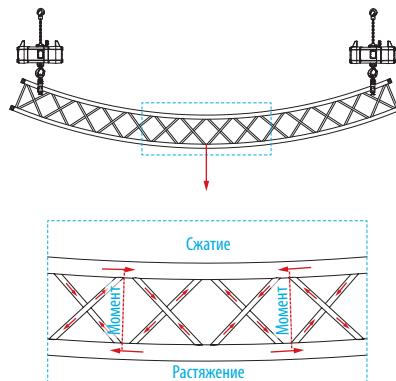
Внешняя сила, действующая на ферму, приведет к ее деформации. Наиболее вероятная деформация — изгиб. Если мы посмотрим на простую систему консоли, сила, действующая на свободный конец консоли, вызовет изгиб фермы. Так называемый изгибающий момент определяется путем умножения силы в Ньютонах на длину консоли в метрах. Результатом будет текущий изгибающий момент, выраженный в ньютонметрах (Нм).



Длина консоли L, сила F, изгибающий момент Mb

Формула $M_b = F \times L$

Если мы посмотрим на простой пример из повседневной практики, такой как ферма на двух точках подвеса, один пролет, мы найдем немного более сложную формулу, но те же параметры: сила, длина, изгибающий момент.



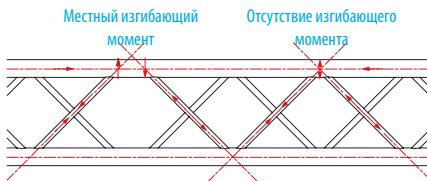
Изгиб фермы вызывает продольную силу в основных поясах. В ферме с одним пролетом продольная сила в верхних основных поясах действует как сила сжатия и как сила растяжения в нижних основных поясах. Диагональные элементы используются для поддержания расстояния между верхним и нижним основными поясами, а также будут подвергаться воздействию продольной силы при растяжении или сжатии. Максимально допустимый изгибающий момент фермы определяется умножением суммы максимально допустимой продольной силы в верхних поясах на высоту всей фермы.

Максимально допустимый изгибающий момент можно увеличить, выбрав ферму с большей системной высотой или увеличив допустимую продольную силу в основном поясе, увеличив диаметр основных поясов, увеличив толщину стенки основного пояса или усилив соединения фермы.



Foto: Prolyte

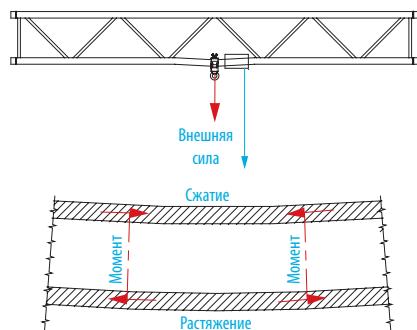
Основные пояса фермы также могут подвергаться местному изгибающему моменту, который может быть вызван эксцентризитетом в узловых точках или размещением нагрузок между узловыми точками.



Местный изгибающий момент, вызванный эксцентризитетом в узловой точке

Эксцентризитет в узловых точках не является недопустимым, а иногда и неизбежен. Если он существует, его нужно учесть в описании конструкции типа фермы.

Размещение нагрузок на основных поясах между узловыми точками вполне возможно. Максимальную нагрузку необходимо рассчитывать индивидуально в соответствии с общей нагрузкой на ферму. Поэтому универсальные допустимые нагрузки отдельных основных поясов довольно низкие.



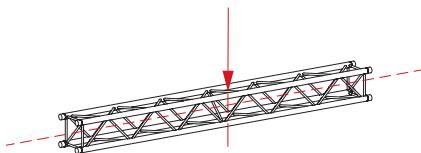
Местный изгибающий момент, вызванный внешней силой между узловыми точками



Фото: Prolyte, Лик, Нидерланды

Поперечная сила/сила сдвига

Поперечная сила — это сила, действующая перпендикулярно центральной оси фермы.



Поперечная сила действует как продольная сила в связях и как сила сдвига в основных поясах фермы. Нормальные силы в диагональных элементах могут быть либо силами сжатия, либо растяжения. Сила сдвига, действующая на основной пояс, пытается «рассечь» основной пояс. Поскольку диагональные элементы обычно меньше и, следовательно, слабее основных поясов, диагональные элементы ограничивают максимальную поперечную силу, которую может выдержать ферма. Максимальную поперечную силу можно увеличить, увеличивая диаметр и/или толщину стенок диагональных элементов.

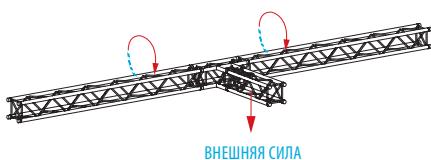
Сила кручения

Сила кручения действует по направлению к центральной линии фермы и пытается "скрутить" ферму.

Силу кручения трудно определить, и ее следует избегать или компенсировать путем применения противовесов без перегрузки фермы.

Примеры ситуаций, в которых возникает сила кручения:

- Оборудование на консоли.
- Все оборудование размещается с одной стороны (основной пояс) фермы.
- Динамическая нагрузка на центральный пролет в системе наземных опор.



ВНЕШНЯЯ СИЛА

Направление силы кручения обозначено стрелками

Прогиб

Прогиб фермы показывает действие изгибающих сил. Прогиб определяется как «деформация под нагрузкой».

Прогиб в допустимых пределах — нормальная реакция, которая не представляет угрозы устойчивости и безопасности. Когда производитель фермы не предоставляет информацию о допустимых пределах прогиба, это может создать обманчивое чувство безопасности.

Компания Prolyte предлагает два типа информации о нагрузке — во-первых, допустимая нагрузка без предела прогиба и, во-вторых, допустимая нагрузка с пределом прогиба $l/100$. Таблицы нагрузок в каталоге содержат значения без предела прогиба.

В любом случае прогиб менее 1% длины пролета фермы будет безопасным при использовании фермы Prolyte. Другие производители ферм могут использовать в своих расчетах другие пределы прогиба.

Однако при отсутствии информации о прогибе для конкретного типа фермы к значениям нагрузки следует относиться с осторожностью. Пользователь не имеет возможности определить предел нагрузки или проверить избыточный прогиб.

Другой причиной прогиба фермы может быть низкое качество соединений. Недостаточная фиксация болтов, износ соединительных элементов и деформация концевых пластин вызывают в пролете фермы чрезмерный прогиб. Конические соединители Prolyte (CCS®) призваны компенсировать определенную часть износа за счет своей конической конструкции.

Высота фермы в значительной степени определяет ее жесткость. Чем больше общая высота секции фермы (в направлении нагрузки), тем больше жесткость и меньше прогиб при одинаковой нагрузке.

Компания Prolyte всегда включает в техническую информацию данные о полном прогибе и указывает прогиб как фактор, ограничивающий несущую способность. Компания Prolyte полагает, что не имеет смысла публиковать значения нагрузки, которые не учитывают прогиб. Иначе результатом будет чувство неуверенности пользователей в безопасности, при виде прогнувшейся фермы, даже если пределы ее несущей способности не достигнуты.



ВНИМАНИЕ

- Запрещается превышать значение максимально допустимого прогиба отдельного пролета (см. наши таблицы нагрузки) без консультации с квалифицированным инженером по монтажу.
- Таблицы нагрузки относятся только к одинарным пролетам, допустимый прогиб для длинных пролетов или 2D и 3D конструкций не указан в таблицах нагрузки.

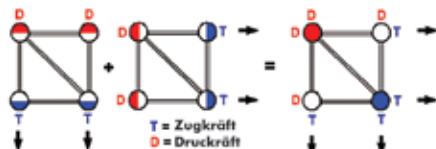
Кроме того, существуют области применения, в которых прогиб должен оставаться в определенных пределах. Например, когда с пролета фермы подвешен занавес, прогиб приведет к искривлению в середине и недостаточной длине на внешних краях. При использовании направляющих для занавеса или камеры требуется полностью ровная ферма.

Горизонтальные нагрузки

Горизонтальные нагрузки часто недооценивают. Их вызывает множество факторов, например, ветер, силы растяжения, создаваемые навесами, занавесами, ширами и т.д. Значения, указанные в таблицах нагрузки, относятся к нагрузке фермы в вертикальном направлении. Добавление второй изгибающей силы в горизонтальном направлении может вызвать перегрузку фермы даже при соблюдении лимитов вертикальной нагрузки, определенных в таблице. Ввиду конструктивных особенностей фермы типов S36R, S52F & V, S66R & V и S100F нельзя подвергать горизонтальным нагрузкам без консультаций с инженером по монтажу.

1. ТЕРМИН: ФЕРМЫ

Если их избежать невозможно, эти силы должны передаваться, например, по другим фермам (для переноса сил сжатия) или стальным проводам (для передачи сил растяжения).



Влияние вертикальных и горизонтальных сил одновременно

На рисунке показано влияние вертикальных и горизонтальных сил, действующих на ферму из четырех поясов.

Динамические силы

При подъеме или опускании нагрузок старт и остановка приводят к созданию дополнительных динамических сил, которые должны учитываться при определении общей нагрузки. При использовании стандартной лебедки (часто со скоростью 4/8 м/мин) для определения динамической нагрузки, как правило, используется коэффициент от 1,2 до 1,4.

Если ожидаются более высокие скорости (например, цепные тали и лебедки, работающие на очень высокой скорости, или выступления артистов), нагрузки и несущая способность должны рассчитываться квалифицированным специалистом.

1.2.3 Системы соединения

Длина большинства модулей ферм составляет 2-3 м (6-10 футов). Однако, обычно требуется большая длина. Выгода от приобретения 5-метровых модулей быстро теряется в процессе использования и транспортировки. Поэтому для соединения ферм необходима оперативная, эффективная и простая соединительная система. Несмотря на то, что существует много типов соединений ферм, сегодня Prolyte использует три типа соединений.

Штифтовое/вилочное соединение

Охватывающая вилка подсоединяется к охватываемому пину с помощью цилиндрического болта. Очень прочное соединение, используемое также в крановой технике. Соединительные болты подвергаются действию сил сдвига.



Преимущества:

- Небольшое количество составных частей.
- Очень прочное соединение.
- Очень быстрая и простая сборка.

Коническое соединение

Соединение с помощью прочного двойного конического соединителя, который фиксируется с помощью конического пина на концах поясных трубок. Конические пины подвергаются действию двойной силы сдвига.

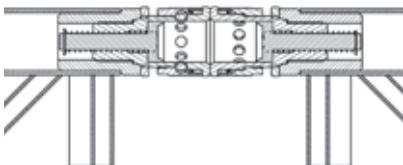


Преимущества:

- Универсальная система.
- Точное выравнивание элементов.
- Очень быстрая и простая сборка.
- 100% прочность соединения.
- Длина конструкции соответствует длине фермы.
- Компенсация износа в просверленных отверстиях с помощью конического пина.
- Соединительные элементы трудно повредить и легко заменить.

Поворотное соединение

Это последний тип подключения, разработанный Prolyte. Соединительный элемент из закаленной стали удерживается в соединительных элементах фермы стальными шариками, которые вставляются в пазы соединительного элемента с помощью специальной вращающейся стальной гайки. Поворотной стальной гайкой можно управлять вручную, она фиксируется в заблокированном положении с помощью предохранительного зажима.



Преимущества:

- Инструменты не требуются.
- Ультра быстрая сборка.
- Бесшумная сборка.
- 100% прочность соединения.
- Длина конструкции соответствует длине фермы.

1.2.4 Типы нагрузочных и статических систем

Рассматриваемые типы нагрузок можно разделить на две категории — равномерно распределенные и точечные. Распределенные нагрузки могут быть равномерно по пролету фермы или части пролета фермы. Точечные нагрузки могут применяться симметрично или несимметрично. Чтобы объяснить различные типы нагрузки, мы рассмотрим простейшую установку, когда пролеты фермы поддерживаются с обоих концов.

Равномерно распределенные нагрузки

Нагрузка с одинаковым весом по всему пролету фермы. Примерами равномерно распределенной нагрузки являются занавесы, декорации, кабели и прожекторы одинаковой массы, расставленные на одинаковом расстоянии друг от друга по пролету фермы. Равномерно распределенная нагрузка на метр обозначается символом q и выражается в $\text{кг}/\text{м}$ или $\text{кН}/\text{м}$.



Точечная нагрузка

Точечной нагрузкой называется одиничный груз в одной точке в пролете фермы. Самое невыгодное положение для одноточечной нагрузки находится в центре пролета фермы. Если эта точечная нагрузка размещается в другой точке в пролете фермы, это приводит к уменьшению изгибающего момента и, как следствие, уменьшению изгибающего напряжения, хотя сила сдвига в активной точке приложения силы остается той же. Поперечная сила, действующая на ферму в положении точечной нагрузки, останется прежней, но поперечная сила, действующая на ферму у опоры, к которой перемещается точечная нагрузка, будет увеличиваться. Примерами точечных нагрузок являются отдельные осветительные приборы, акустическая система и точки подвеса ферм.



Несколько точечных нагрузок

Если на пролете фермы присутствует более одной точечной нагрузки, он называется множественными точечными нагрузками. Если такие множественные точечные нагрузки находятся на одинаковом расстоянии друг от друга и до опор, мы определяем их как:

- Треть-точечные нагрузки (TPL): две точечные нагрузки, приложенные к пролету фермы, разделяя его на три части.
- Четверть-точечные нагрузки (QPL): трехточечные нагрузки, приложенные к пролету фермы, разделяющему его на четверти
- Пятиточечная нагрузка (FPL): четырехточечная нагрузка, приложенная к пролету фермы, разделяющая ее на пять частей.



Частичные нагрузки

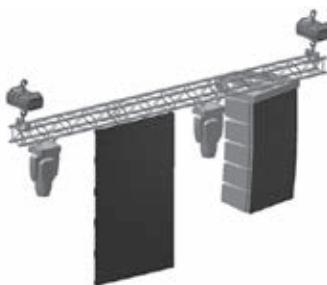
Частичная нагрузка имеет место в том случае, когда равномерно распределенной нагрузке подвергается только часть пролета или несколько точечных нагрузок действуют в ограниченной области, в то время как остальная часть пролета остается без нагрузки.



Самый безопасный способ оценки несущей способности фермы под неравномерной нагрузкой — определить совокупную нагрузку, а затем рассматривать ее как центральную точечную нагрузку (ЦТН).

Неравномерные нагрузки

Самый распространенный вид нагрузки — это неравномерная нагрузка. Это происходит, если на пролете фермы присутствуют разные типы нагрузок или неравномерное распределение точечных нагрузок. Безопасная несущая способность фермы при неравномерных нагрузках заключается в определении общей нагрузки и последующем рассмотрении этой нагрузки как центральной точечной нагрузки, как и в случае частичной нагрузки.



Главное правило:

Сложите все нагрузки, действующие на пролет фермы, и убедитесь, что сумма меньше допустимого ЦТН этого пролета.

Конечная нагрузка

Ферма, которая поддерживается только с одного конца, называется консолью. Консоль может иметь различные комбинации нагрузок, но самым плохим вариантом нагрузки всегда будет точечная нагрузка на конце без опоры. Такая нагрузка называется конечной нагрузкой. Если консоль нагружена несимметрично, используйте тот же принцип, что и для неравномерной нагрузки, чтобы определить безопасную несущую способность.

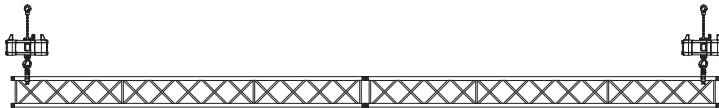




Фиксированные пролеты

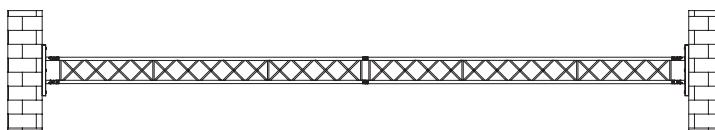
Это простейший вариант пролета: пролет на двух опорах, поддерживаемый с обоих концов. Это называется "статически определенная система", потому что саму нагрузку и нагрузку на две опоры легко определить простым расчетом. Общая нагрузка, включая собственный вес фермы и другого оборудования, будет перенесена на две опоры. Если все нагрузки приложены симметрично, на каждую из двух опор будет приходиться 50% общей нагрузки. Если нагрузки приложены несимметрично, опора, расположенная ближе к центру тяжести системы, получит более 50% общей нагрузки, а другая опора —меньше.

Все таблицы нагрузки основаны на системе однопролетной фермы, обе опоры которой считаются шарнирными (просто поддерживаются). Под нагрузкой шарнирные опоры допускают отклонение фермы по вертикали между двумя опорами.



Одиночный пролет, подвешенная на двух электрических цепных талах (с простой опорой)

Если бы две опоры были не шарнирными, а жестко закрепленными (фиксированными), ферма могла бы переносить более высокие изгибающие моменты, поскольку фиксатор препятствовал бы прогибу фермы. Такая ситуация необычна в индустрии развлечений. Загружаемые данные на основе этой ситуации дадут слишком высокие значения и, следовательно, это создаст опасные ситуации.



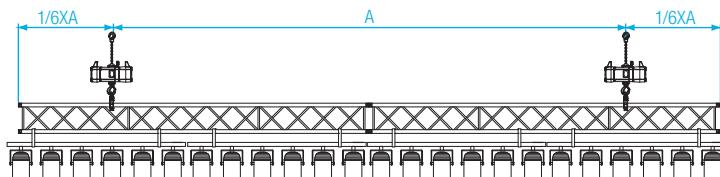
Одиночный пролет, зафиксированный с обоих концов

В большинстве случаев в сфере развлечений однопролетные фермы имеют опоры, расположенные кнутри, так что концы фермы выступают над опорами. Эти выступы еще называют консолями. Такие консоли также могут быть нагружены. Нагрузка на пролет фермы и консоли, а также их собственный вес влияют на поперечную силу в ферме в положении опор. Длина и нагрузка консолей также влияют на изгибающий момент фермы в области опор. Кроме того, консоли защищены от сил кручения только той опорой (например, кольцевой строп), над которыми они выступают, и поэтому очень восприимчивы к асимметричным нагрузкам. Нагрузка на консолях влияет на изгибающий момент фермы между двумя опорами. Это явление можно использовать для уменьшения прогиба фермы между опорами, но это следует выполнять только опытными и квалифицированными специалистами.



Ферма однопролетная с консолями. Длина системы составляет пролет + 2 консоли.

С точки зрения безопасности, одну шестую пролета можно считать как разрешенную консолью, который может быть нагружена такой же равномерно распределенной нагрузкой, как и основной пролет. Обратите внимание, что консоли могут быть намного длиннее и принимать гораздо большую нагрузку, чем при соблюдении данного правила. Пожалуйста, ознакомьтесь с технической документацией нашей серии ферм, чтобы определить допустимые нагрузки на консоли и необходимые условия на контуре.



Ферма однопролетная с консолями, нагруженными предельной постоянной нагрузкой пролета фермы.

Пример:

Тип фермы: Н30V

Длина пролета A: 12 м

Предельная постоянная нагрузка на 12м: 83,2 кг/м

Длина консоли: $1/6 \times A = 1/6 \times 12 \text{ м} = 12 \text{ м} / 6 = 2 \text{ м}$

Длина системы: $A + 2 \times 1/6 \times A = 12\text{м} + 2 \times 2\text{м} = 16 \text{ м}$

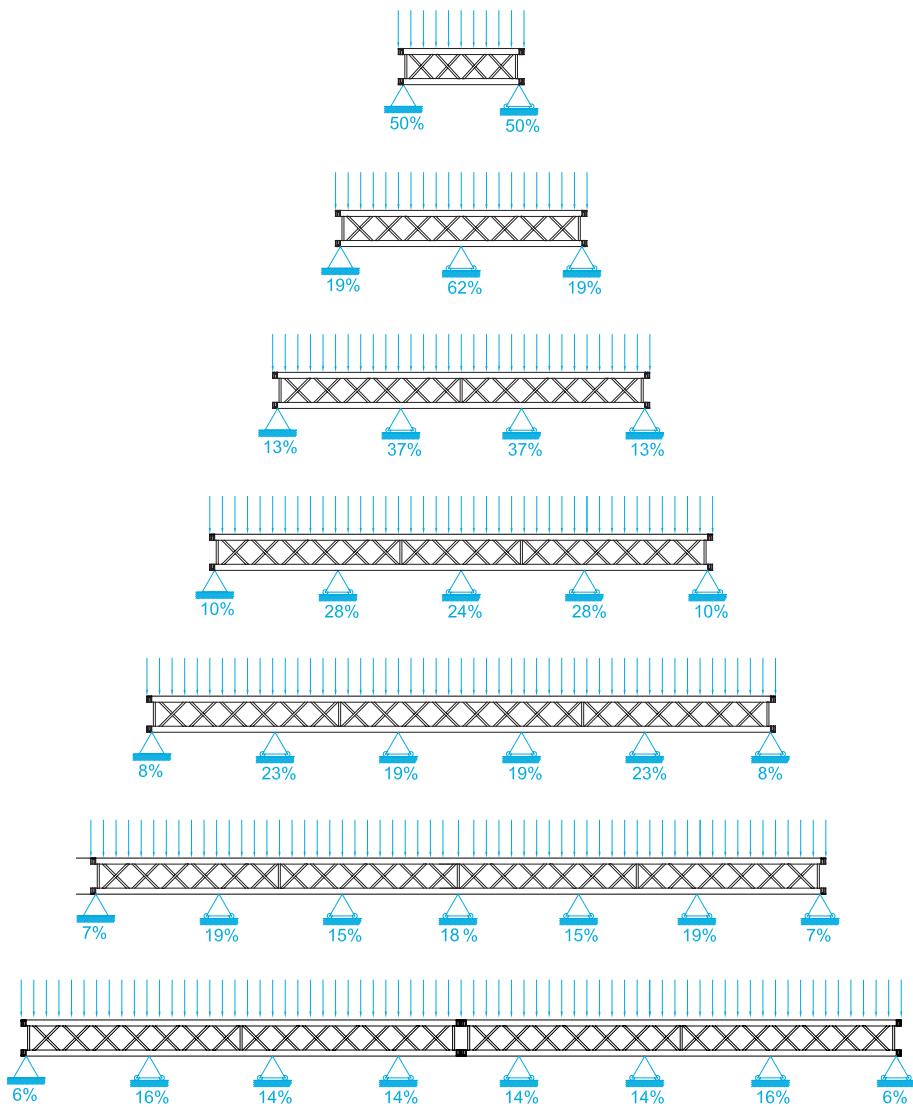
Предельная постоянная нагрузка при длине системы: $16 \text{ м} \times 83,2 \text{ кг / м} = 1331,2 \text{ кг}$

Предельная постоянная нагрузка на консоли: $2 \text{ м} \times 83,2 \text{ кг/м} = 166,4 \text{ кг}$

Если требуемая длина системы превышает допустимую длину фермы как одиночного пролета или если прогиб одиночного пролета превышает допустимое значение, то либо следует использовать более прочную ферму (всегда рекомендуется), либо необходимо увеличить количество опор. Как только количество опор для прямой фермы увеличивается до трех или более, система называется многопролетной фермой и становится статически неопределенной системой.

Статически неопределенные системы вычислить непросто. Нагрузка в одном пролете, в области между двумя опорами, влияет на поведение соседних пролетов. Возможные сценарии нагрузки неисчерпаемы. При подходе к многопролетным фермам необходимо учитывать несущую способность фермы и несущую способность опор. Что касается несущей способности опор, мы используем теоретические опорные реакции идеальных непрерывных балок при равномерно распределенной нагрузке. В такой идеальной ситуации все опоры находятся на одинаковом расстоянии и на одинаковой высоте.

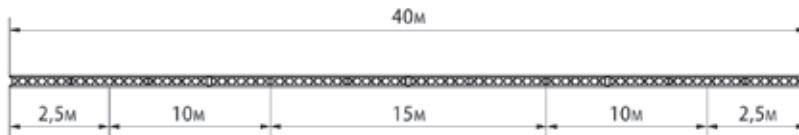
Мы обнаруживаем громкий сдвиг опорных реакций по сравнению с однопролетной фермой.



Распределение опорных реакций идеальных сплошных балок (многопролетная ферма)



Фото: Space Roof, фестиваль "Zwarte Cross", Нидерланды Interstage



На практике мы обнаруживаем допуски в подъемных приспособлениях, несовершенство методов строповки и отклоняющуюся высоту крюка цепных талей, что приводит к разной высоте опор. В зависимости от жесткости фермы эти различия по высоте могут привести к тому, что отдельные точки опоры будут освобождены от нагрузки, что приведет к удвоению длины пролета фермы между соседними опорами и одновременному увеличению нагрузки на эти опоры.

Что касается несущей способности фермы в многопролетной системе, неисчерпаемое количество вариантов нагрузки делает невозможным создание подходящих таблиц нагрузки с максимально допустимыми значениями нагрузки.

Многопролетные фермы требуют индивидуальной оценки конструкции, если речь идет о необходимости максимальной нагрузки.

Для большой верности можно определить, будет ли достаточно типа фермы для известного варианта нагрузки даже с разными опорными расстояниями. Сначала мы определяем длину самой длинной однопролетной фермы. Затем мы смотрим на возможную предельную постоянную нагрузку однопролетной фермы такой длины и уменьшаем предельную постоянную нагрузку на 50%. Это значение можно использовать в качестве предельной постоянной нагрузки для полной многопролетной фермы.

Например:

H40V, длина 40м, четыре точки опоры, трехпролетная балка с консолями

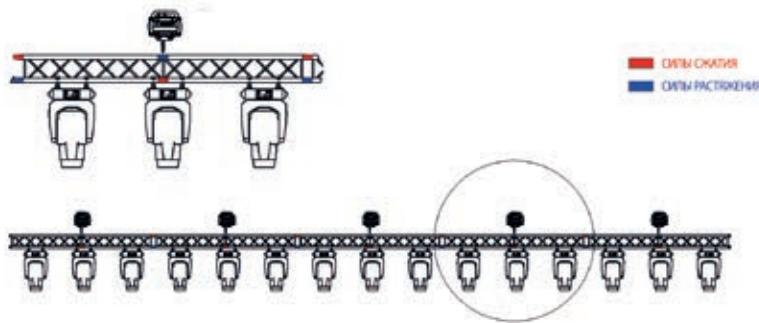
Главное правило:

Для того, чтобы определить безопасную несущую способность фермы в многопролетных системах мы определяем длину наибольшего расстояния опор. Затем мы смотрим на возможную предельную постоянную нагрузку однопролетной фермы такой длины и уменьшаем предельную постоянную нагрузку на 50%. Это значение можно использовать в качестве предельной постоянной нагрузки для полной многопролетной фермы.

H40V, максимальный пролет фермы 15 м, предельная постоянная нагрузка = 74 кг/м для однопролетных.
7 кг/м -50% → предельная постоянная нагрузка допускает = 37 кг/м
Максимальная предельная постоянная нагрузка длины фермы: 40 м x 37 кг/м = 1480 кг

Обратите внимание на реакцию опор и их высоту! Если одна или несколько опор без нагрузки могут вызвать перегрузку других опор, подумайте об использовании систем контроля нагрузки!

Имейте в виду, что силы сжатия и растяжения, действующие в основных поясах, меняются местами на внутренних опорах многопролетных ферм. Это можно назвать отрицательным изгибом внутренних точек опоры многопролетной фермы. В то время как прогиб в промежутке между двумя опорами вызовет силу сжатия в верхних основных поясах, в месте опоры основные пояса будут подвергаться действию силы растяжения в верхних основных поясах и силы сжатия в нижних основных поясах.



1.2.5 Таблицы нагрузки для прямых ферм

Таблицы нагрузки Prolyte для прямых ферм предоставляют информацию о максимально допустимой нагрузке на однопролетную ферму с простой опорой без консольей, максимальной длине однопролетной фермы, ожидаемом прогибе и среднем собственном весе пролета фермы. Таблицы нагрузок рассчитаны для пролетов фермы, которые состоят из любых длин модулей фермы данного типа. Следовательно, нет необходимости беспокоиться о положении соединений модулей фермы в пролете фермы.

Всегда есть возможность проанализировать, будут ли возможны более высокие данные по нагрузке, если положения соединений модулей фермы в пролете фермы определены, особенно для коротких пролетов. Свяжитесь с вашим поставщиком Prolyte, если вам требуются более высокие данные о нагрузке, чем указано в таблицах нагрузки.

Нагрузки указаны в килограммах (кг) и фунтах (фунтах), прогиб дан в миллиметрах (мм) и дюймах (дюймах), длина дана в метрах (м) и футах (футах), все указано в одной таблице нагрузки. На первый взгляд может быть сложно найти необходимые данные, поэтому мы объясним структуру таблицы нагрузок фермы типа H30V в качестве примера¹. Если требуется данные нагрузки промежуточной длины, используйте только показатели ближайшей большей длины.

- | | |
|--|---|
| 1 Длина пролета фермы в метрах | 10 Отклонение в дюймах под ДНЦ |
| 2 Длина пролета фермы в футах | 11 Допустимая нагрузка в одной трети пролёта в кг |
| 3 Допустимая предельная постоянная нагрузка в кг/м | 12 Допустимая нагрузка в одной трети пролёта в фт |
| 4 Допустимая предельная постоянная нагрузка фунт/фут | 13 Допустимая нагрузка в одной четвертой пролёта в кг |
| 5 Отклонение в метрах под ППН | 14 Допустимая нагрузка в одной четвертой пролёта в фт |
| 6 Отклонение в дюймах под ППН | 15 Допустимая нагрузка в одной пятой пролёта в кг |
| 7 Допустимая нагрузка на центр (ДНЦ) в кг | 16 Допустимая нагрузка в одной пятой пролёта в фт |
| 8 Допустимая нагрузка на центр (ДНЦ) в фт | 17 Средний собственный вес пролета фермы |
| 9 Отклонение в миллиметрах под ДНЦ | |

¹ структура таблицы нагрузки для фермы типа H30V

Пример: Пролет фермы длиной 9,5 м считается как пролет фермы длиной 10 м.

- Значения нагрузки действительны только для статических нагрузок.
- Значения нагрузки действительны только для однопролетных ферм с опорами на обоих концах.
- Все статические системы, кроме однопролетных, требуют индивидуального расчета конструкции. За помощью обратитесь к инженеру-строителю или компании Prolyte.
- Значения нагрузки рассчитаны в соответствии с европейскими стандартами (EN 17115 и Еврокод) и полностью соответствуют им.
- Собственный вес ферм уже учтен.
- Значения нагрузки действительны только для ориентации поперечного сечения фермы, как показано значком в таблице нагрузок.
- Взаимодействие между изгибающим моментом и поперечной силой в соединениях модулей фермы уже учтено.
- Пролет фермы можно собирать из ферм разной длины.
- Прочтите руководство перед сборкой, использованием и нагрузкой фермы.

1.3 УГОЛОВЫЕ МОДУЛИ

Если прямых ферм недостаточно для обеспечения желаемой несущей способности или несущая способность потолка или крыши помещения слишком мала, и если требуется усилить декорации или выполнить художественные требования, будут необходимы дополнительные структурные компоненты. Самым простым решением таких структурных элементов является использование угловых модулей. Они определяются как связанные структурные компоненты, предназначенные для использования для соединения модулей фермы в разных направлениях.

1.3.1 Типы углов

Prolyte предлагает различные типы угловых модулей. Самый распространенный угловой модуль состоит из двух или более коротких секций фермы, приваренных друг к другу под разными углами. Стандартная серия начинается с простого двухстороннего угла и заканчивается шестиугольным углом в форме звезды. Компания Prolyte разработала уникальную систему кодирования для описания различных типов угловых модулей.

В то время как углы для квадратных ферм довольно легко определить, углы для треугольных ферм становятся довольно сложными из-за различных возможных ориентаций треугольного поперечного сечения фермы. Чтобы получить дополнительную информацию о системе кодов угловых модулей Prolyte, ознакомьтесь с брошюрами по продуктам Prolyte.

С самого начала производя сварные уголки, Prolyte разработала революционный куб Boxcorner в конце 90-х годов прошлого века. Куб Boxcorner сочетает в себе точность, низкие допуски, надежность и стабильность. Это осуществляется путем прикручивания основных поясов к цельным кубикам по углам куба Boxcorner. Только диагонали приварены к основным поясам системы куб Boxcorner. Куб Boxcorner не имеет постоянно закрепленных соединителей, различные соединительные элементы могут быть прикреплены болтами к кубам в углах коробки, что делает куб Boxcorner универсальным связанным структурным компонентом.

Запатентованная система ферм Verto требовала еще меньших допусков, чем стандартная система Boxcorner. Компания Prolyte разработала куб HD Boxcorner по базовому принципу стандартного куба Boxcorner, но без необходимости сваривать какие-либо его компоненты. Куб HD Boxcorner — это угловой модуль, скрепленный болтами, с очень низкими допусками и необычайной прочностью.

1.3.2 Устойчивость и нагрузка углов

Определение допустимой нагрузки угловых модулей — дело сложное. Дизайн и конструкция углового модуля влияют на допустимую нагрузку, которую может принять угловой модуль. Всего несколько угловых модулей могут выдержать нагрузку, приложенную соединенными модулями фермы, когда они находятся под максимальной нагрузкой. Кроме того, не только конструкция углового модуля имеет решающее значение для допустимой нагрузки на него, но также его положение в двух- или трехмерной конструкции фермы. Поэтому грузоподъемность угловых модулей должна проверяться в каждом отдельном случае, включая длину и нагрузки на соединенные модули или пролеты фермы.

| ПРОЛЕТ | РРН | Равномерное распределенная нагрузка | | Центрированная точечная нагрузка | | МАКСИМАЛЬНО ДОПУСТИМЫЕ ТОЧЕЧНЫЕ НАГРУЗКИ | | ПРОЛЕТ | | | | |
|--------|------|-------------------------------------|----------|----------------------------------|------|--|--------|--------|------|-------|--------|-----------|
| | | кг/м | фунт/фут | мм | дюйм | кгс | lbs | мм | inch | НЧП | НПП | |
| | | м | фт | мм | дюйм | kg | lbs | мм | inch | кг | фт | общий вес |
| 3 | 9,8 | 649,0 | 436,7 | 10 | 0,4 | 1667,9 | 3681,0 | 8 | 0,3 | 973,4 | 2148,4 | 649,0 |
| 4 | 13,1 | 485,3 | 326,5 | 18 | 0,7 | 1298,1 | 2864,9 | 15 | 0,6 | 932,1 | 2057,2 | 647,1 |
| 5 | 16,4 | 387,1 | 260,5 | 28 | 1,1 | 1074,2 | 2370,9 | 23 | 0,9 | 749,1 | 1653,3 | 581,1 |
| 6 | 19,7 | 321,6 | 216,4 | 41 | 1,6 | 914,4 | 2018,2 | 33 | 1,3 | 644,7 | 1422,8 | 488,7 |
| 7 | 23,0 | 255,6 | 172,0 | 56 | 2,2 | 794,4 | 1753,2 | 45 | 1,8 | 564,8 | 1246,5 | 420,7 |
| 8 | 26,2 | 194,4 | 130,8 | 73 | 2,9 | 700,6 | 1546,3 | 58 | 2,3 | 501,6 | 1107,0 | 368,5 |
| 9 | 29,5 | 152,4 | 102,5 | 92 | 3,6 | 625,2 | 1379,9 | 74 | 2,9 | 450,2 | 993,7 | 327,0 |
| 10 | 32,8 | 122,3 | 82,3 | 114 | 4,5 | 563,2 | 1242,9 | 91 | 3,6 | 407,6 | 899,5 | 293,2 |
| 11 | 36,1 | 100,1 | 67,4 | 137 | 5,4 | 511,0 | 1127,8 | 110 | 4,3 | 371,5 | 820,0 | 265,1 |
| 12 | 39,4 | 83,2 | 56,0 | 164 | 6,5 | 466,5 | 1029,6 | 131 | 5,2 | 340,6 | 751,7 | 241,2 |
| 13 | 42,6 | 70,1 | 47,2 | 192 | 7,6 | 428,0 | 944,6 | 154 | 6,1 | 313,7 | 692,4 | 220,7 |
| 14 | 45,9 | 59,6 | 40,1 | 223 | 8,8 | 394,3 | 870,2 | 178 | 7,0 | 290,1 | 640,2 | 202,8 |
| 15 | 49,2 | 51,2 | 34,5 | 256 | 10,1 | 364,5 | 804,3 | 205 | 8,1 | 269,1 | 593,8 | 187,0 |
| 16 | 52,5 | 44,3 | 29,8 | 291 | 11,5 | 337,8 | 745,5 | 233 | 9,2 | 250,3 | 552,3 | 173,0 |
| 17 | 55,8 | 38,6 | 26,0 | 328 | 12,9 | 313,8 | 692,5 | 263 | 10,4 | 233,3 | 514,9 | 160,4 |
| 18 | 59,0 | 33,8 | 22,8 | 368 | 14,5 | 292,0 | 644,5 | 295 | 11,6 | 217,9 | 480,8 | 149,1 |
| 19 | 62,3 | 29,8 | 20,0 | 410 | 16,1 | 272,2 | 600,7 | 328 | 12,9 | 203,7 | 449,6 | 138,7 |
| 20 | 65,6 | 26,3 | 17,7 | 454 | 17,9 | 253,9 | 560,4 | 364 | 14,3 | 190,7 | 420,9 | 129,3 |

1 дюйм = 25,4 мм | 1м = 3,28 фут | 1 фунт = 0,453 кг



В трехмерных конструкциях ферм, например опорные конструкции, высота вертикальных ферм также влияет на несущую способность угловых модулей. Например, трехсторонний угловой модуль в простой наземной опоре с четырьмя ногами должен передавать 50% нагрузки двух соединенных горизонтальных ферм (симметрично нагруженных) на вертикальную ферму. Вертикальная ферма будет подвергаться сжатию в сочетании с изгибом в двух направлениях в зависимости от жесткости углового модуля и высоты вертикальной фермы. Помня, что модули фермы можно свободно комбинировать, а разные размеры наземной опорной структуры, вероятно, будут строить в сочетании с тоннами сценариев нагрузки, будет легко понять, что невозможно создать универсальные данные для нагрузки угловых модулей.

Глядя на простые сварные угловые модули, очевидно, что угол не может выдержать большую нагрузку, чем модуль фермы в состоянии покоя. Концы основных поясов свариваемых уголков приваривают друг к другу под разными углами и на разных площадях контакта. Внутренние силы, создаваемые нагрузкой на соединенные модули фермы, должны передаваться через соединение основных поясов и через диагональные элементы сварных углов в зависимости от конструкции угла. Во многих случаях диагональные элементы угла являются ограничивающими элементами.

Как правило, пролеты фермы, прикрепленные к сварным углам, не должны подвергаться нагрузке более чем на 40% от ЦТН пролета фермы, как указано в таблицах нагрузок для однопролетных ферм. Следуя главному правилу для неравномерных нагрузок на однопролетные фермы, 40% ЦТН пролета фермы составляет предел для всех нагрузок, приложенных к пролету между двумя угловыми модулями. Часто возможны более высокие нагрузки, но это всегда должно подтверждаться расчетом конструкции, выполняемым квалифицированным и компетентным персоналом. Использование стандартных кубов Вхосглер в той же конструкции, что и описанная выше, сделает ее намного прочнее.



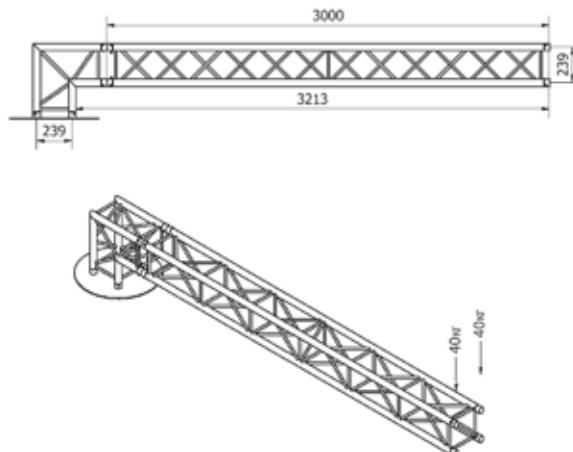
Фото: проект "NeuroTech" в Китае

Горизонтальные фермы, которые соединены с Boxcorners, могут быть загружены до 70% от допустимой ЧТН, указанной в таблицах нагрузок для типов ферм. Как только будут добавлены дополнительные структурные расширения, такие как консольные или кольцевые модули, настоятельно рекомендуется выполнять структурный расчет квалифицированными и компетентными специалистами.

Подробное объяснение понятия угловых модулей:

Компания Prolyte провела научное исследование стандартных сварных угловых модулей. Основная проблема стандартных сварных угловых модулей — это передача нагрузки с горизонтального пролета фермы на вертикальные опоры. Перенос нагрузки из горизонтального положения в вертикальное в основном обеспечивается последним диагональным элементом, расчетное сопротивление которого составляет 10,42 кН.

Практические испытания H30V-C003 показали максимальную нагрузку 120 кг на консоль H30V высотой 3 м, что привело к изгибающему моменту 3,6 кНм. При нагрузке 120 кг происходит переход от эластичной деформации к пластической. С учетом частных коэффициентов безопасности Еврокода это приводит к допустимой точечной нагрузке на консоль 80 кг на высоте 3 м H30V.



Общее напряжение: $11.31 \text{ kN/cm}^2 < 11.36 \text{ kN/cm}^2$ = подходит

Результат в теории \approx Практика = подходит.

Допустимая нагрузка H30V-C003 и BOX-30V по сравнению с H30V может быть записана как: Расчетное сопротивление Изгибающего момента Mrd H30V: 24 кНм

Расчетное сопротивление Изгибающего момента H30V-C003: $1,2 \text{ kN} / 1,1 \times 3 \text{ m} = 3,3 \text{ kNm} \rightarrow 3,3 / 24 = 14\%$ от фермы H30V

Расчетное сопротивление Изгибающего момента BOX-30V: $3,35 \text{ kN} / 1,1 \times 3 \text{ m} = 9,13 \text{ kNm} - 9,13 / 24 = 38\%$ от фермы H30V

Следующим шагом будет оценка угловых модулей у наземных опор, которая также важна длина пролетов и ножек. В зависимости от длины ножек угловой модуль можно рассматривать как действующий полу-шарнир с характерным переходным изгибающим моментом 1 кНм. Проверка следующей длины пролета Н30V 3,6,9,12,15 м с 40% максимального ЦТН приводит к небольшой перегрузке 5% при напряжениях материала в нижнем диагональном элементе углового модуля.

Эта проверка также проводилась на опоре-стойке, которая на 100% закреплена шарнирами (поддержка углового модуля зависит от длины стойки и ограничения основания стойки).

Суммарная грузоподъемность углового модуля сильно зависит от конструкции угла (основные пояса и диагональные элементы) и перехода нагрузки в самом угловом модуле.

Если угловой модуль является узлом перехода сил от горизонтального пролета в вертикальную стойку, переход нагрузки зависит от сварного диагонального элемента и, следовательно, грузоподъемности углового модуля.

Как правило, рекомендуется уменьшить допустимую нагрузку ЦТН пролета на 60%, если пролёт используется вместе с угловыми модулями, где переход нагрузки идет с горизонтального на вертикальный.

Если используются угловые модули в местах перехода нагрузки от горизонтальной к горизонтальной, 100% допустимой нагрузки на пролёт фермы может передаваться угловым модулем. Такая же оценка была сделана для кубов Boxcorner 30V.

Для куба Boxcorner 30V рекомендуется уменьшить допустимую нагрузку ЦТН пролета на 30%, если пролёт используется вместе с угловыми модулями, где нагрузка переходит с горизонтальной на вертикальную.

Если кубы Boxcorner используются там, где переход нагрузки происходит от горизонтальной к горизонтальной, 100% допустимой нагрузки на пролёт фермы может передаваться через куб Boxcorner.

1.4 КОЛЬЦЕВЫЕ ФЕРМЫ

Prolyte известен широким спектром серий ферм с широким спектром областей применения. Кроме того, Prolyte производит фермы в форме круга, дуги и эллипса. Prolyte производит изогнутые фермы с особенно высоким уровнем точности, чтобы гарантировать высокую точность установки без деформации.

Все кольцевые фермы производятся в специализированном цехе на заводе. Это отделение оснащено новейшими сварочными приспособлениями собственной разработки.

Такие сварочные приспособления позволяют изготавливать все кольцевые элементы как стандартные, от декоративной фермы серии Е до прочной серии S. Это гарантирует, что каждый изогнутый сегмент может быть вставлен в любом месте круга, не влияя на общую форму круга. Кольцевые и дугообразные фермы могут изготавливаться из ферм любой серии вплоть до серии S, кроме S36PR и S52F.

Несмотря на то, что Prolyte повысила производство кольцевых ферм до того же уровня, что и прямые фермы, все же существует большая разница, которую необходимо знать. На изготовление изогнутых ферм требуется значительно больше времени. Каждую отдельную трубу пояса необходимо согнуть до определенного радиуса, чтобы она функционировала как труба пояса кольцевой фермы. Это означает, что криволинейная ферма имеет как минимум два разных радиуса: радиус внутреннего и внешнего пояса. Каждую трубу можно катать только на ограниченную длину роликами гибочного станка. Потери при изгибе составляют примерно 50 см на каждом конце трубы. Это означает, что полуфабрикат длиной 6 м имеет максимальную длину изгиба 5 м. Это длина сегмента для изогнутых ферм, образующих круг.

Для каждого типа трубы существует нижний предел радиуса изгиба. Если уменьшить радиус, труба пояса принимает овальную форму (максимальный предел — 10% деформации) и теряет свою блестящую поверхность из-за сильных сжимающих сил на внутреннем крае. Степень, с которой труба может быть изогнута с удовлетворительными результатами, зависит от 3 факторов:



Фото: AC Lighting, Канада.

- Наружный диаметр трубы; оказывает прямое влияние на геометрический момент инерции и сопротивление изгибу.
- Толщина стенки трубы; также оказывает непосредственное влияние на геометрический момент инерции и сопротивление изгибу, при этом более толстые стенки менее подвержены изменениям поверхности, но требуют значительно больше энергии и времени для изгиба.
- Состав трубы; чем ниже жесткость, тем легче процесс холодной штамповки.

Prolyte указывает размеры кольцевой фермы как внешний радиус трубы внешнего пояса. Внутренний радиус трубы внутреннего пояса ограничивает процесс изгиба. Приведенные значения являются минимальными размерами круга, которые гарантируют, что поверхность трубы и стабильность не сильно ухудшатся.

1.3.2 Сегменты круга

Грамотный выбор количества сегментов круга, образующих полный круг, имеет решающее значение.

Для стационарных установок наименьшее количество кольцевых сегментов на первый взгляд кажется лучшим экономическим выбором, но следует обратить внимание на высокие транспортные расходы и возможность доставить большой кольцевой сегмент к месту, где будет установлен сам круг.

Для временной установки и сдачи в аренду мы рекомендуем разделение кратное четырем (4, 8, 12, 16, ...).

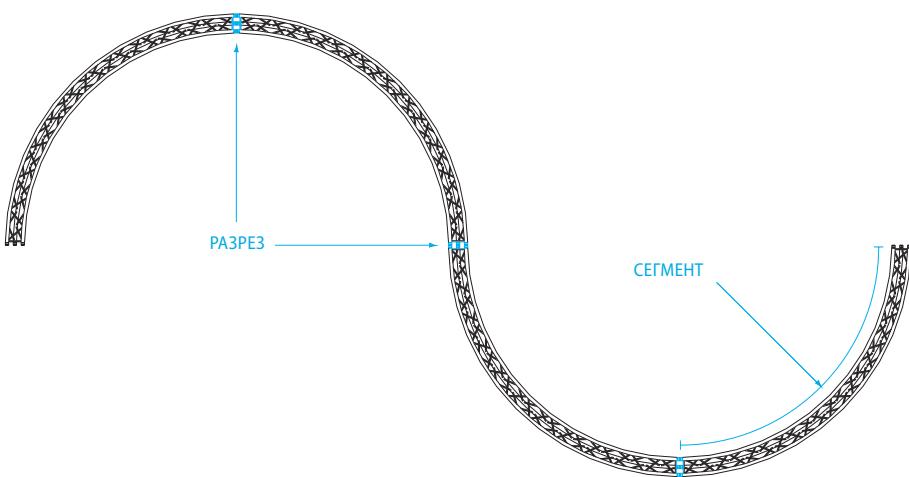
С таким делением круги можно использовать в различных установках, как показано на следующих рисунках.

Количество сегментов круга зависит от радиуса круга. Максимальная длина изгибающей трубы составляет 5 м, а это значит, что кольцевые сегменты не могут быть длиннее. Среднюю длину кольцевых сегментов от 2 до 4 метров легче всего обрабатывать, транспортировать и хранить. Кроме того, для трехпоясной кольцевой фермы необходимо определить ориентацию треугольника (вершина вверху, вершина снаружи или вершина внутри), а для кольцевой фермы на два пояса необходимо определить положение двух поясов (нижнее или верхнее).

1. ТЕРМИН: ФЕРМЫ

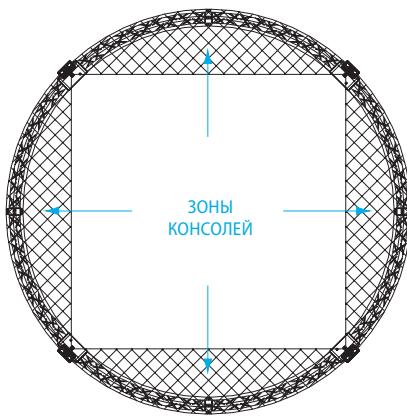
Примеры расчета длины отрезка круга:

| Ферма типа H30V | | Ферма типа H40V |
|-----------------------------------|---|--|
| Внешний диаметр 5м = радиус 250см | | Внешний диаметр 15м = радиус 750см |
| Количество сегментов круга | 4 | 16 |
| Номер по каталогу | H30V-R250-4 | H40V-R750-16 |
| Наружная окружность: | $C = d \times \pi = 5m \times 3,14 = 15,7m$ | $C = d \times \pi = 15m \times 3,14 = 47,12m$ |
| Длина сегмента круга | $C / 4 = 15,7m / 4 = 3,925m$ | $C / 16 = 15,7m / 16 = 2,945m$ |
| Угол сегмента круга | $\alpha = 360^\circ / \text{количество сегментов круга} = 360^\circ / 4 = 90^\circ$ | $\alpha = 360^\circ / \text{количество сегментов круга} = 360^\circ / 16 = 22,5^\circ$ |
| Длина переноса | $c = d \times \sin(\alpha/2) = 5m \times \sin 45^\circ = 3,54m$ | $c = d \times \sin(\alpha/2) = 15m \times \sin 11,25^\circ = 2,93m$ |
| Результат | Длина сегмента круга возможна, но ее может быть трудно обработать. | Длина сегмента круга соответствует. |



1.4.2 Нагрузка на кольцевые фермы

Кольцевые фермы в горизонтальной ориентации могут принимать меньшую нагрузку, чем прямые фермы. В кольцевом сегменте углы диагональных элементов к основным поясям в вертикальной плоскости для внутренней и внешней стороны сегмента различаются. Это вызывает асимметричное распределение поперечных сил в сегментах кольца. Различные углы диагональных элементов обычно приводят к увеличению расстояний между узловыми точками решетчатой структуры на внешней стороне сегмента кольца, что приводит к более низкой несущей способности внешних основных поясов. Между двумя точками опоры кольцевой фермы создается консольная площадка. Размер консольных участков кольцевой фермы зависит от диаметра кольцевой фермы и количества точек опоры. Чем больше точек опоры, тем короче консоль.



Приложенная нагрузка к кольцевому сегменту вызывает прогиб сегмента, что вызывает скручивающие силы в ферме, которые влияют на несущую способность кольцевой фермы. Помните, что идеальное количество подвесов для двухмерных конструкций, таких как кольцевая ферма, — три. Конечно, большие кольцевые фермы потребуют большей подвески, но помните, что не вся подвеска может находиться под нагрузкой, особенно когда кольцевая ферма поднимается или опускается с помощью цепных подъемников или лебедок.

Вот пример таблицы нагрузки кольцевой фермы Н30V:

| Диаметр | 3 точки опоры | | | | 4 точки опоры | | | | 6 точек опоры | | | | 8 точек опоры | | | | 10 точек опоры | | | | ЦТН | ППН | ЦТН | ППН | ЦТН | |
|---------|---------------|-----|-------|--------|---------------|-----|-------|--------|---------------|-----|-------|--------|---------------|-----|-------|--------|----------------|------|-------|--------|--------|-----|-----|-----|-----|--|
| | м | фт | кг/м | фут/фт | кг | фут | кг/м | фут/фт | кг | фут | кг/м | фут/фт | кг | фут | кг/м | фут/фт | кг | фут | кг/м | фут/фт | кг | фут | | | | |
| 4 | 13,1 | 188 | 126,3 | 575 | 1268,3 | 305 | 205,2 | 757 | 1671,9 | 547 | 3684 | 1001 | 2209,5 | 786 | 528,8 | 1133 | 2502,1 | 1019 | 685,7 | 1209 | 2668,1 | | | | | |
| 6 | 19,7 | 102 | 68,4 | 443 | 977,6 | 175 | 118,0 | 617 | 1361,3 | 336 | 226,3 | 880 | 1942,3 | 498 | 335,1 | 1041 | 2298,3 | 656 | 441,7 | 1139 | 2514,8 | | | | | |
| 8 | 26,2 | 63 | 42,7 | 359 | 793,3 | 115 | 77,5 | 519 | 1146,1 | 233 | 157,1 | 784 | 1731,5 | 356 | 239,3 | 962 | 2124,4 | 476 | 320,4 | 1077 | 2377,5 | | | | | |
| 10 | 32,8 | 43 | 28,8 | 302 | 665,9 | 81 | 54,8 | 448 | 988,2 | 174 | 116,8 | 707 | 1560,9 | 271 | 182,6 | 894 | 1974,3 | 369 | 248,0 | 1021 | 2254,0 | | | | | |
| 12 | 39,4 | 30 | 20,5 | 259 | 572,6 | 60 | 40,7 | 393 | 867,4 | 135 | 90,8 | 643 | 1419,9 | 216 | 145,4 | 835 | 1843,3 | 297 | 200,2 | 970 | 2142,3 | | | | | |
| 14 | 45,9 | 22 | 15,1 | 227 | 501,3 | 46 | 31,3 | 350 | 772,0 | 108 | 72,8 | 590 | 1301,6 | 177 | 119,2 | 783 | 1728,0 | 247 | 166,3 | 924 | 2040,7 | | | | | |



Фото: Metro Productions, Фестиваль "Homegrown", Новая Зеландия.

Все данные о нагрузке основаны на данных горизонтальной подвески кольцевой фермы с равномерно распределенными точками подвески и приложенными нагрузками в каждом из полей. Во всех остальных случаях эти данные загружки НЕ работают. Если высокие нагрузки распределяются неравномерно, может возникнуть нестабильность. Если требуются данные нагрузки для промежуточного диаметра, используйте данные ближайшего большего диаметра.

Например:

Кольцевая ферма диаметром 5 м должна рассматриваться как кольцевая ферма диаметром 6 м. Подвешенный на трех точках, она может нести предельную постоянную нагрузку в 102 кг/м. Окружность кольцевой фермы диаметром 5 м составляет $C = 5 \text{ м} \times \pi = 5 \text{ м} \times 3,14 = 15,7 \text{ м}$. Общая допустимая предельная постоянная нагрузка в этой ситуации составляет $Q = C \times \text{предельная постоянная нагрузка} = 15,7 \text{ м} \times 102 \text{ кг/м} = 1601,4 \text{ кг!}$ Если нагрузка не является предельной постоянной, но почему-то неоднородна и загружено каждое из трех полей, можно применить главное правило для неравномерных нагрузок, посмотрев на допустимые нагрузки в центральной точке (ЦТН) для каждого поля. В этом случае это будет означать, что возможны трехточечные нагрузки по 443 кг.

Общая допустимая нагрузка при неравномерной нагрузке составит $3 \times 443 \text{ кг} = 1329 \text{ кг}$.

Если кольцевая ферма будет подвешена на 6 точках, общая допустимая предельная постоянная нагрузка будет $Q = 15,7 \text{ м} \times 336 \text{ кг/м} = 5275,2 \text{ кг!}$ Общая допустимая нагрузка при неравномерной загрузке составит $6 \times 880 \text{ кг} = 5280 \text{ кг!}$ Всегда следите за тем, чтобы точки подвеса и подъемные устройства имели достаточную грузоподъемность!

Просмотрите брошюру по продукту Prolyte, чтобы получить информацию о нагрузках на другие типы кольцевых ферм.

1.5 ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ФЕРМЫ

В наш технический отдел часто обращаются за таблицами нагрузок для ферм, используемых в качестве опор. В таких случаях искривление может легко привести к выходу из строя до достижения допустимых сил сжатия (нормальных сил). Столб из фермы при сжатии имеет тенденцию отклоняться вбок (в сторону).

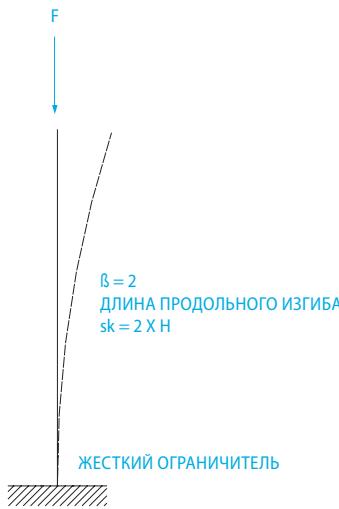
Соответствующими факторами при таком использовании являются:

- Высота столба
- Размер поперечного сечения.
- Ограничение (верхней/нижней) части столба с обоих концов.

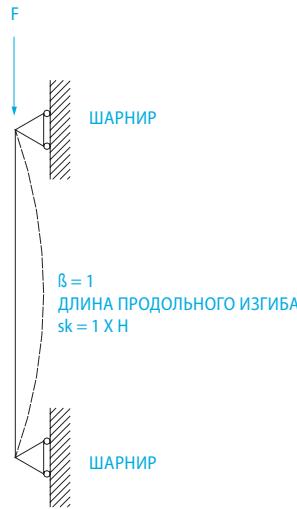
Теория определения максимальной осевой нагрузки, которую может выдержать длинный узкий (идеальный) столб без изгиба, основывается на Эйлеровских режимах изгиба, выведенных швейцарским математиком Леонардом Эйлером в середине 18-го века.

При использовании вертикальных ферм в индустрии развлечений мы обычно сталкиваемся с ситуациями, аналогичными режимам Эйлера 1 и 2:

1. Закреплена снизу, свободна вверху.
(Подобна ситуации с консолью)
 2. Закреплена (или установлена на шарнирах) с обеих сторон (столб или стойка опорной конструкции).
- Следуя теории г-на Эйлера, длина продольного изгиба sk столба рассчитывается путем умножения высоты A столба на коэффициент длины потери устойчивости β .



ЭЙЛЕР 1Е



ЭЙЛЕР 2Е

Режимы Эйлера представляют собой теоретические модели, ферма отличается от идеальной колонны, а крепления, обеспечиваемые угловыми модулями фермы, модулями гильз столба, секциями основания столба или опорными плитами, не обеспечивают 100% жесткой фиксации. Следует рассмотреть возможность частичной фиксации ограничений. Это достигается за счет коэффициента длины потери устойчивости, превышающего $\beta = 2$.

Коэффициенты длины потери устойчивости выше $\beta = 2$ должны определить инженеры-строители.

Помните, что при расчете риска вертикальной фермы необходимо учитывать множество других факторов. Невозможно указать допустимые значения нагрузки, если известны только высота и тип фермы столба, поэтому составить простую таблицу, учитывающую все соответствующие факторы, невозможно.

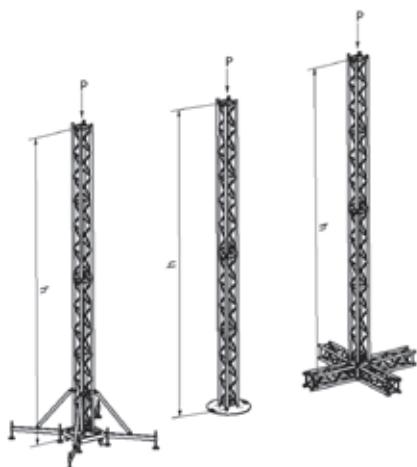
Примеры, приведенные в следующем разделе, являются теоретическими и только объясняют, как разные системы влияют на допустимую нагрузку. Предполагается, что присутствует только вертикальная нагрузка, а горизонтальная нагрузка от силы ветра и т.д. отсутствует, изделие используется только в помещении.

1. ТЕРМИН: ФЕРМЫ

ПРИМЕР 1

Отдельно стоящий столб H30V на основе базовой секции столба, стальной опорной плиты или базовой конструкции фермы, свободная внизу.

Данный пример относится к Эйлерову режиму 1.



Отдельно стоящий столб H30V на основе базовой секции столба, стальной опорной плиты или базовой конструкции фермы, свободная внизу.

Коэффициент длины потери устойчивости оценивается как $\beta = 2,5$ Высота столба A: 6,0 м
Длина продольного изгиба $sk = 2,5 \times 6 \text{ м} = 15 \text{ м}$

Следуя принципам проектирования, изложенным в главе 6 Еврокода 9, мы находим формулы, которые приводят к допустимой нагрузке $P = 1870 \text{ кг}$

ПРИМЕР 2

Отдельно стоящий столб H30V, закрепленная на жестком бетонном блоке, жесткость 100%, свободная сверху.

Данный пример относится к Эйлерову режиму 1.



Отдельно стоящий столб H30V, закрепленная на жестком бетонном блоке, жесткость 100%, свободная сверху.

Коэффициент длины потери устойчивости равен $\beta = 2$ Высота столба A: 6,0 м
Длина продольного изгиба $sk = 2 \times 6 \text{ м} = 12 \text{ м}$

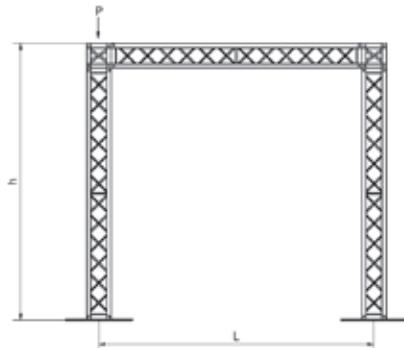
Следуя принципам проектирования, изложенным в главе 6 Еврокода 9, мы находим формулы, которые приводят к допустимой нагрузке $P = 2840 \text{ кг}$

Помните, что это теоретические примеры. В повседневной практике горизонтальные фермы подвергаются нагрузке, что приводит к силам скручивания на опорах в зависимости от жесткости углов. Кроме того, вам придется учитывать горизонтальные нагрузки на всю конструкцию.

ПРИМЕР 3

Конструкция стойки ворот H30V в виде рамы, столбы с шарнирным креплением снизу и частичным ограничением сверху, например, посредством кубов Boxcorner.

Данный пример относится к Эйлерову режиму 2.



Конструкция стойки ворот H30V в виде рамы, столбы с шарнирным креплением снизу и частичным ограничением сверху, например, посредством кубов Boxcorner.

Рама может раскачиваться по горизонтали. Коэффициент длины продольного изгиба зависит от соотношения жесткости фермы столба и горизонтальной фермы (обе H30V). Возможны коэффициенты длины потери устойчивости $2 < \beta < 3,5$. Предполагается, что $l = h$, это приводит к коэффициенту длины потери устойчивости $\beta = 2,3$.

Если $l = 2 \times h$ фактор β следует увеличить до $\beta = 2,64$.

Высота столба A: 6,0 м

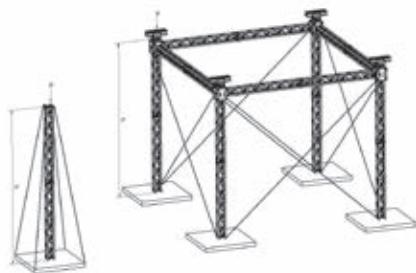
Длина изгиба sk = $2,3 \times 6 \text{ м} = 13,8 \text{ м}$

Следуя принципам проектирования, изложенным в главе 6 ЕвроКода 9, мы находим формулы, которые приводят к допустимой нагрузке $P = 2190 \text{ кг}$.

ПРИМЕР 4

Опора из ферм H30V с шарнирным соединением вверху и внизу, с трассовой растяжкой в четырех направлениях или как часть четырех-столбной наземной опоры с трассовой растяжкой со всех сторон.

Данный пример относится к Эйлерову режиму 2.



Опора из ферм H30V с шарнирным соединением вверху и внизу, с трассовой растяжкой в четырех направлениях или как часть четырех-столбной наземной опоры с трассовой растяжкой со всех сторон.

Тросовые растяжки натянуты, горизонтальное раскачивание невозможно.

Коэффициент длины потери устойчивости равен $\beta = 1$.

Высота столба A: 6,0 м

Длина изгиба sk = $1 \times 6 \text{ м} = 6 \text{ м}$

Следуя принципам проектирования, изложенным в главе 6 ЕвроКода 9, мы находим формулы, которые приводят к допустимой нагрузке $P = 8550 \text{ кг}$. Вывод: столб из H30V высотой 6 м, дает четыре различных результата по допустимой нагрузке, в зависимости от системы или конструкции, частью которой она является.

1. ТЕРМИН: ФЕРМЫ

Компания Prolyte настоятельно рекомендует, чтобы расчет нагрузки на опору выполнялся квалифицированными и компетентными инженерами.

В любом случае необходимо обеспечить полную устойчивость от опрокидывания. Настоятельно рекомендуется производить расчет конструкций квалифицированными и компетентными специалистами, если речь идет о большой нагрузке на конструкции или устойчивость конструкции не очевидна.

1.6 КОНСТРУКЦИИ ФЕРМЫ

Модули фермы сконструированы таким образом, что их можно соединять друг с другом в нескольких вариантах сборки и планов расположения. При объединении нескольких прямых ферм друг с другом или даже прямых ферм с угловыми модулями и/или кольцевой фермой создаются так называемые конструкции фермы. Для определения характеристик прочности, жесткости и устойчивости конструкции фермы необходимо различать следующее:

- Модуль фермы
- Двумерные конструкции (например, пролет с простой опорой или неразрезная балка)
- Трехмерные конструкции (например, наземная опорная конструкция)

Для всех модулей фермы Prolyte выполняются расчёты конструкций, которые определяют структурные характеристики самого модуля фермы (так называемые расчетные внутренние силы).

Очень редко модули ферм используются как единый структурный элемент. Создание конструкций ферм всегда требует оценки структурной целостности компетентным специалистом.

1.6.1 Двумерные конструкции

Для двухмерных конструкций ферм в виде свободно опорного пролета (конструкция ферм, состоящая из нескольких прямых ферм, поддерживаемых с обоих концов) характеристики вертикальной нагрузки приведены в таблицах допустимых нагрузок. Как уже говорилось ранее, неразрезные балки не могут быть определены с помощью таблиц допустимых нагрузок и должны оцениваться компетентным персоналом.

1.6.2 Трехмерные конструкции

Трехмерные конструкции могут быть наземными опорными конструкциями (прямые модули фермы в сочетании с угловыми модулями), а также протяженными конструкциями с любым типом углового модуля. Для любой трехмерной конструкции фермы компетентный специалист должен оценить структурную целостность конструкции с учетом действующих нагрузок. А еще проверить реакцию опоры, исходящую от конструкции фермы.

1.6.3 Сопротивление опоры

Поддерживается любая конструкция фермы, она может опираться на наземные модули (например, вертикальные модули фермы или системы столбов) или поддерживаться с помощью подъемного оборудования или механизмов. Силы реакции, поступающие от конструкции фермы к ее опоре, представляют собой так называемое сопротивление опоры.

Опора любого типа конструкции фермы должна выдерживать возникающие силы реакции. Специалист должен определить мощность опоры и оценить возникающие силы реакции.

Для пролетов с простой опорой силы реакции опоры могут определяться отношением расстояния нагрузки до противоположной точки опоры и общей длины пролета.

Например 10-метровый пролет ферм, поддерживается на обоих концах и ЦТН в 500 кг (F) (без учета собственного веса конструкции ферм и вспомогательного оборудования), создает силы реакции опоры на точку опоры $5 \text{ м} / 10 \text{ м} \times 500 \text{ кг} = 250 \text{ кг}$.

При такой же конструкции фермы и точечной нагрузке на расстоянии 3 м от левой опоры возникают следующие силы реакции опоры:

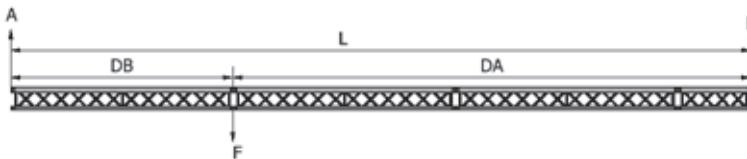
Левая опора называется точкой реакции опоры A, правая опора — точкой реакции опоры B. Общая длина пролета называется L



Для точки опоры А коэффициент нагрузки зависит от расстояния от точки нагрузки до точки опоры В (расстояние А = DA). Для точки опоры В коэффициент нагрузки зависит от расстояния от точки нагрузки до точки опоры А (расстояние В = DB).

В приведенном выше примере DA = 10 м - 3 м = 7 м, DB = 10 м - 7 м = 3 м. Другими словами, сила реакции опоры в А может быть рассчитана следующим образом: $(DA / L) \times F = (7 \text{ м} / 10 \text{ м}) \times 500 \text{ кг} = 350 \text{ кг}$.

Сила реакции опоры в В может быть рассчитана с помощью: $(DB / L) \times F = (3 \text{ м} / 10 \text{ м}) \times 500 \text{ кг} = 150 \text{ кг}$



Для пролетов с простой опорой и множественными точечными нагрузками силы реакции опоры могут быть определены соотношением расстояния нагрузки до противоположной точки опоры и общей длины пролета.

Например, 10-метровый пролет фермы, поддерживаемый с обоих концов, с точечной нагрузкой P1 300 кг на 2,5 м от левой опоры и точечной нагрузкой P2 в 450 кг на 6 м от левой опоры (не учитывая собственным весом конструкции ферм и вспомогательного оборудования), возникают следующие силы сопротивления опоры:

Левая опора называется точкой сопротивления опоры А, правая опора — точкой сопротивления опоры В.
Общая длина пролета называется L.

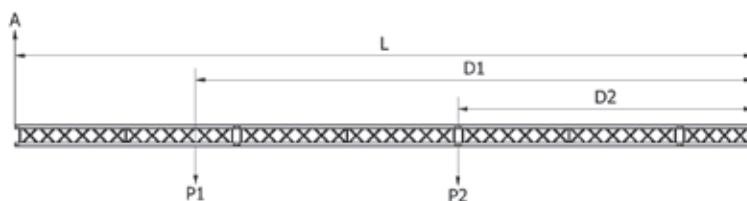
Для точки опоры А коэффициент нагрузки зависит от расстояния нагрузки P1 до противоположной точки опоры В (расстояние P1 = D1) и расстояния нагрузки P2 до противоположной точки опоры В (расстояние P2 = D2).

В приведенном выше примере D1 = 10 м - 2,5 м = 7,5 м и D2 = 10 м - 6 м = 4 м.

Другими словами, сила сопротивления опоры в А может быть рассчитана с помощью формулы:
 $((P1 \times D1) + (P2 \times D2)) / L = ((300 \text{ кг} \times 7,5 \text{ м}) + (450 \text{ кг} \times 4 \text{ м})) / 10 \text{ м} = 405 \text{ кг}$

Для точки опоры В сопротивление опоры зависит от общей нагрузки пролета за вычетом нагрузки на опору А.

Сила сопротивления опоры в В может быть рассчитана с помощью формулы: $(P1 + P2) - A = (300 \text{ кг} + 450 \text{ кг}) - 405 \text{ кг} = 345 \text{ кг}$



Силы сопротивления опоры от неразрезных балок должны определяться специалистом, поскольку нагрузка с одной стороны опоры воздействует на другую сторону опоры. Следует отметить, что смещение нагрузки вероятнее всего, например, при подъеме неразрезной балочной конструкции с помощью подъемного оборудования.

Чем короче расстояния между опорами неразрезной балки, тем вероятнее смещение нагрузки. Например, подъем пролета фермы на четырех электрических цепных тали (двигатель А, В, С, D слева направо). И две тали (В и D) на звена цепи ниже. Тогда может случиться так, что вся ферма будет поддерживаться только подъемником А и С. Это может привести к перегрузке опоры и даже к перегрузке конструкции фермы.

Поэтому настоятельно рекомендуется поднимать тяжелонагруженные конструкции из неразрезных балок с помощью системы измерения нагрузки.

Очевидно, что силы сопротивления опор на трехмерные конструкции ферм должны определяться нагрузками, которые в худшем случае могут направляться с шести сторон. Следует проявлять особую осторожность при строительстве конструкций ферм на грунте, например, опорных наземных конструкций. Подпочвы должны иметь достаточное несущее допустимое давление, чтобы выдерживать возникающие силы сопротивления опоры, поступающие из конструкции фермы. При этом следует различать давление опоры и сосредоточенные нагрузки.

Допустимая нагрузка на пол или опорное давление, как правило, приведено в качестве нагрузки на квадратный метр, например 500 кг/м². Но силы сопротивления опоры конструкции фермы являются основной сосредоточенной нагрузкой (нагрузки на малой площади поверхности, например, поступающие из несущей пластины или шпинделя), которая должна сравниваться с допустимым давлением на грунт. Это допустимое давление подпочвы на грунт не является достаточным для сопротивления опоры конструкции фермы, распределение концентрированной нагрузки конструкции фермы может быть сделано с помощью подкладки под груз для уменьшения давления, например, деревянные подкладки. Эти элементы распределяют сосредоточенную нагрузку на большую площадь.

1.6.4 Стабильность

Если на конструкцию фермы действуют горизонтальные силы, боковые силы либо имеется дефект, необходимо оценить устойчивость конструкции фермы. Также требуется оценка устойчивости конструкций ферм на наклонных или неровных грунтах.

Неустойчивость является проблемой не только для трехмерных конструкций, но также может быть проблемой для двумерных конструкций. Например, асимметричная нагрузка действует на пролет фермы, когда светодиодная стена или осветительные приборы поддерживаются только одним нижним основным поясом квадратной фермы.

Для трехмерных конструкций необходимо проверить устойчивость при подъеме, опрокидывании и скольжении. Опрокидывание конструкции фермы также может происходить под действием консольной нагрузки. В любом случае необходимо обеспечить полную устойчивость от опрокидывания. Настоятельно рекомендуется производить расчет конструкций квалифицированными и компетентными специалистами, если речь идет о большой нагрузке на конструкции или устойчивость конструкции не очевидна.

1.7 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЕРМ

Информация о безопасном использовании фермы и полезные советы для повседневной практики.

1.7.1 Планирование и подборка

На этапе планирования мероприятия, где будут использоваться фермы, одним из первых действий является определение предполагаемых нагрузок и выбор соответствующих ферм с точки зрения несущей способности, устойчивости и эффективности. Выбор может быть основан на каталоге. Оценка риска частей фермы и такелажа для мероприятия должна быть очевидной. Одним из результатов оценки риска должна быть необходимость расчета конструкции, необходимость использования тензодатчиков и т.д.

1.7.2 Сборка

Сборка фермы Prolyte не требует объяснений (она понятна на интуитивном уровне). Компания Prolyte всегда следовала принципу надежности сборки, но практика показала, что люди всегда найдут свои способы интерпретации принципов. Независимо от простоты сборки фермы Prolyte, выпускаемая на рынок продукция должна соответствовать требованиям законодательства.



Одним из таких требований является предоставление пользовательской документации в виде руководств пользователя, содержащих информацию о сборке продукта.

Полезные советы могут не входить в руководство пользователя, поэтому вот несколько советов по безопасной и эффективной сборке фермы Prolyte:

- Для забивания конических пинов всегда используйте медный молоток. Медь имеет такой же собственный вес, что и сталь, но гораздо более пластична. Это защищает оцинкованную поверхность конических пинов, и если пользователь попадет не по головке конического пина, а ударит по соединителю или основному поясу, повреждение будет намного меньше.
- При сборке ферм Prolyte от 20-х до 40-х сначала положите на землю деревянные рейки, держатели ферм или что-то подобное и положите на них ферму, чтобы защитить ее от шероховатых поверхностей, освободите разъемы в нижних основных поясах, чтобы вставить конические пины и освободить достаточного пространства для установки подъемных приспособлений, таких как Softsteels или кольцевые стропы.

1.7.3 Строповка ферм

Если фермы необходимо прикрепить к подъемному оборудованию, непосредственно к точкам такелажа или если грузы необходимо подвесить на фермах, это можно сделать с помощью гибких подъемных приспособлений, таких как кольцевые стропы из полиэстера, кольцевые стропы с сердцевиной из стального троса или стальные тросы в сочетании с скобами. Грузоподъемность этих подъемных приспособлений называется предельной рабочей нагрузкой (WLL). WLL — прочность подъемного устройства на разрыв. Соотношение между прочностью на разрыв и предельной рабочей нагрузкой дает коэффициент безопасности подъемного устройства. Если грузы необходимо подвешивать или даже перемещать над людьми, обычно такие коэффициенты безопасности необходимо удвоить.

Альтернативой стропам являются негибкие подъемные приспособления, такие как подвесные зажимы или подъемные скобы. Хотя использование негибких подъемных приспособлений нельзя рассматривать как строповку, мы рассмотрим их в конце этой главы.

1.7.4 Строповочные устройства

Кольцевые стропы

При обращении с алюминиевыми трубками необходимо использование мягких и неабразивных строповочных устройств. Кольцевые стропы могли бы стать идеальным выбором. К сожалению, полиэстер теряет свою полную несущую способность при температурах выше 100°C. В большинстве стран действуют предписания по пожарозащите, которые запрещают использование кольцевых строп вблизи источников тепла. Уже имели место несчастные случаи, которые точно были вызваны расплавлением кольцевых строп. При использовании кольцевых строп следует дополнительно применять второе предохранительное устройство из стального троса или цепи.

Кольцевые стропы с сердцевиной из стального троса (Soft Steel®)

Гибкое строповочное устройство Soft Steel отличается от традиционных кольцевых строп невоспламеняющимся сердечником из стального троса. Soft Steel почти так же гибок, как кольцевые стропы из сложного полизифира, но не требует дополнительной защиты в виде стального троса благодаря своей высокой теплостойкости. Материал Soft Steel из сложного полизифира — черного цвета, маркировочный ярлык — серебристо-серого цвета, а смотровое окно на текстильной застежке Velcro дает возможность следить за состоянием сердечника из стального троса. Для основного пояса фермы предпочтительнее использовать Soft Steel.

Стальные тросы

Еще одно гибкое строповочное устройство — это стальной трос с прорезинами на обоих концах. Прямого контакта между стальными проволочными тросами и поясом фермы следует избегать из-за абразивной поверхности стального проволочного троса. В этом случае следует использовать стальной трос с пластиковым покрытием. В странах, где использование фиксированных пластиковых покрытий на тросе запрещено, на тросе используются скользящие защитные гильзы для визуального контроля стального троса. Стальной трос сложнее использовать в методах строповки из-за ее хуже гибкости по сравнению с Soft Steel. Prolyte не рекомендует использовать трос для строповки алюминиевых ферм.

Стальные цепи

Еще одно гибкое строповое устройство представляет собой стальную цепь с крюками или ведущими звенямими на обоих концах. Следует избегать прямого контакта между звенями стальной цепи и главными поясами фермы.

Prolyte не рекомендует использовать стальные цепи для строповки алюминиевых ферм.

Методы строповки

Все используемые в мире типы строповки основаны на следующих четырех типах:

Прямая стропа

Прямая стропа используется как часть стропы или для увеличения длины стропы при подвешивании грузов в сочетании с скобами или крюками.

Корзина

Корзина делается с помощью одной стропы, которая образует петлю вокруг фермы или одного или двух основных поясов фермы. Петля закрывается чекелем. Предельная рабочая нагрузка (WLL) стропы будет удваиваться (коэффициент стропы 2) до тех пор, пока два конца стропы будут находиться под очень малыми углами $\alpha < 14^\circ$ друг к другу. Угол между концами строповочных устройств снижает удвоенную WLL. При углах $14^\circ < \alpha \leq 90^\circ$ уменьшение составит 30% (коэффициент 0,7), а при углах $90^\circ < \alpha \leq 120^\circ$ дополнительное уменьшение составит 50% (коэффициент 0,5).

Как правило, угол не должен превышать 120° .

Удавка

Удавка делается с помощью петли, которая затягивается под нагрузкой на одном конце одиночной стропы. При строповке фермы этот тип следует использовать только с двумя одинаковыми гибкими строповочными устройствами, каждое на одной стороне фермы.

Каждое строповое устройство на одном конце привязано к основному поясу, а другие концы соединяются друг с другом в чекеле. При строповке алюминиевой фермы стальной трос для этого метода не подходит. Удавка снижает предельную рабочую нагрузку (WLL) стропы на 20% (коэффициент 0,8).

Угол между концами двух строп вызывает дополнительное уменьшение WLL. При углах $14^\circ < \alpha \leq 90^\circ$ дополнительное уменьшение составит 30% (коэффициент 0,7), а при углах $90^\circ < \alpha \leq 120^\circ$ дополнительное уменьшение составит 50%.

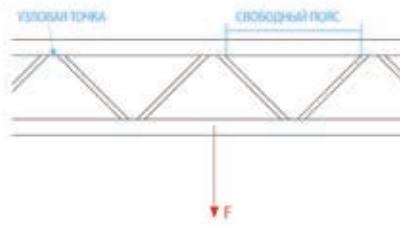
Обмотка

Этот метод в основном используется в сочетании с удавкой или корзиной и в основном используется для включения одного из верхних основных поясов фермы. Кроме того, он используется для горизонтальной стабилизации фермы, для предотвращения вращения фермы вокруг ее центральной линии, для обеспечения большого контакта между стропой и основным поясом или для сокращения рабочей длины стропы. WLL стропы не уменьшается, если обертывание выполняется чисто. Обмотка никогда не используется сама по себе, она всегда будет сочетаться с корзиной или удавкой.

Строповочные петли

Комбинация методов строповки приводит к так называемой строповочной петле. Комбинации ограничиваются комбинацией корзины с обмоткой или без нее, либо комбинацией удавки с обмоткой или без нее, но способы прокладки строп вокруг или через поперечное сечение фермы бесконечны и могут привести к бесконечным спорам. В предыдущих выпусках Prolyte Black Book мы представляли различные стропы для наших ферм. Они были основаны на опыта и советах внутренних и внешних экспертов. Тем временем мы накапливаем все больше и больше знаний о строповочных фермах, и хотели бы поделиться этими знаниями в дальнейшем.

Теоретически строповка должна применяться в узловых точках фермы. Часто это невозможно из-за небольшого расстояния между двумя диагоналями, которые встречаются с основным поясом в узловой точке. Стропы могут скапливаться в узловой точке между двумя диагоналями при использовании удавки или наматывании и оказывать локальное давление на диагонали. Таким образом, Prolyte подтвердил, что расстояние до 10 см от узловой точки можно рассматривать как узловую точку. Следует избегать приложения больших нагрузок к центру свободного главного пояса между двумя узловыми точками.



Применение нагрузки на свободном пояске между двумя узловыми точками

Часто считается, что наложение строповочных петель на ферму выполняется под углом 90° к центральной линии основных поясов. В фермах с чередующимся рисунком диагональных элементов в горизонтальных плоскостях между основными поясами, таких как серии Prolyte 30 и 40, это предположение часто приводит к ситуации, когда один основной пояс подведен возле узловой точки, а соответствующий основной пояс подведен рядом с центром свободного основного пояса между двумя узловыми точками. Следует отметить, что применять подобное приспособление для строповки совершенно не обязательно. Без каких-либо проблем строповочная петля может применяться под углом, аналогичным углу между диагональными элементами в горизонтальных плоскостях и основными поясами, так что оба соответствующих основных пояса подвешиваются около узловых точек.

Фермы Prolyte спроектированы и рассчитаны таким образом, чтобы самая слабая часть определяла несущую способность фермы. Поскольку строповка — это приложение нагрузки в отдельных точках, ферма будет подвергаться действию поперечной силы в точке строповки. Допустимая поперечная сила ограничивается диагональными элементами фермы. Как правило, диагональные элементы, соединяющие верхний и нижний основные пояса, являются самыми слабыми элементами фермы

(кроме фермы типа H20LB). Это позволяет подвешивать все фермы Prolyte только за верхние пояса и загружать только за нижние пояса.

Прямые фермы имеют тенденцию вращаться вокруг своей центральной оси из-за несбалансированной нагрузки. Выбранные стропы должны противодействовать вращению, поскольку фермы не рассчитаны на нагрузку в повернутом положении. В двухмерных конструкциях фермы, таких как квадратные рамы, треугольники, многоугольники или кольцевые фермы, вращению ферм вокруг их центральной оси препятствует сама конструкция, и возможно использование простых петель.

В точках подвеса однопролетной фермы без значительных консолей ферма будет подвергаться действию только поперечной силы. В основных поясах в точках подвеса не будет значительных продольных сил, поскольку продольные силы в основных поясах и изгибающий момент фермы достигают своих максимальных значений в центре пролета. В точках подвеса одинарного пролета с нагруженными консолями и во внутренних точках подвеса многопролетных ферм на ферму будут действовать поперечные силы и изгибающий момент. Строповка добавит локальные изгибающие силы к основным поясам, которые уже находятся под достаточной продольной силой в таком положении. Поскольку это взаимодействие поперечной силы, глобального изгибающего момента и локального изгибающего момента нелегко предсказать, рекомендуется перенести все основные пояса в строповочное устройство.

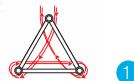
Если вы усомнитесь в том, что крепить ферму нужно только за верхние пояса, закрепите все пояса фермы. Так вы обезопасите себя.

Как уже было сказано, количество способов строповки фермы, вероятно, бесконечно. Строповки, показанные в этой книге, проверены на практике и являются лишь рекомендацией.

1. ТЕРМИН: ФЕРМЫ

ТРЕУГОЛЬНАЯ ФЕРМА | ВЕРШИНОЙ ВВЕРХ

1 СТРОПОВОЧНАЯ КОРЗИНА НА НИЖНЕМ ПОЯСЕ



1

ТРЕУГОЛЬНАЯ ФЕРМА | ВЕРШИНОЙ ВНИЗ

1 СТРОПОВОЧНАЯ КОРЗИНА НА НИЖНЕМ ПОЯСЕ И ОБМОТКА НА ВЕРХНЕМ ПОЯСЕ



2

ТРЕУГОЛЬНАЯ ФЕРМА | ВЕРШИНОЙ ВВЕРХ

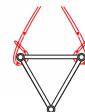
2 СТРОПОВОЧНЫХ ЧОКЕРА НА НИЖНИХ ПОЯСАХ



3

ТРЕУГОЛЬНАЯ ФЕРМА | ВЕРШИНОЙ ВНИЗ

2 СТРОПОВОЧНЫХ ЧОКЕРА НА ВЕРХНИХ ПОЯСАХ



4

ТРЕУГОЛЬНАЯ ФЕРМА | ВЕРШИНОЙ ВВЕРХ

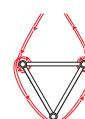
1 СТРОПОВОЧНАЯ КОРЗИНА НА ВЕРХНЕМ ПОЯСЕ



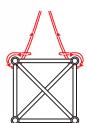
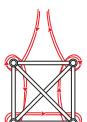
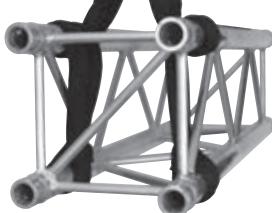
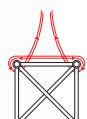
5

ТРЕУГОЛЬНАЯ ФЕРМА | ВЕРШИНОЙ ВНИЗ

1 СТРОПОВОЧНАЯ КОРЗИНА С ОБМОТКОЙ НА ВЕРХНЕМ ПОЯСЕ



6

ПРЯМОУГОЛЬНАЯ ФЕРМА**2 ТАКЕЛАЖНЫХ ПЕТЛИ НА ВЕРХНИХ ПОЯСАХ****7****ПРЯМОУГОЛЬНАЯ ФЕРМА****2 ТАКЕЛАЖНЫХ ПЕТЛИ НА НИЖНИХ ПОЯСАХ****8****ПРЯМОУГОЛЬНАЯ ФЕРМА****2 ТАКЕЛАЖНЫХ ПЕТЛИ НА НИЖНИХ ПОЯСАХ С ОБМОТКОЙ НА ВЕРХНИХ ПОЯСАХ****9****ПРЯМОУГОЛЬНАЯ ФЕРМА****ТАКЕЛАЖНЫЙ ОБХВАТ НА ВЕРХНИХ ПОЯСАХ****10****ФЕРМЫ С ДВУМЯ ПОЯСАМИ****1 ТАКЕЛАЖНЫЙ ОБХВАТ НА ВЕРХНЕМ ПОЯСЕ****11**

Примечание. Никогда не стягивайте прямые пролеты фермы на двух поясах за нижний пояс!

1.7.5 Подъемные кронштейны

Вместо строповки фермы с гибкими подъемными приспособлениями для подвешивания ферм можно использовать негибкие подъемные приспособления, такие как подъемные кронштейны. В некоторых случаях подъемные кронштейны дают преимущества, а в других случаях они не подходят. Как правило, подъемные кронштейны и зажимы фермы не подходят для удержания диагональных сил, поэтому они не являются правильным выбором для хомута фермы. Монтаж подъемных скоб занимает больше времени, чем наложение строповочных крюков, и обычно для этого требуется гаечный ключ. Размещение подъемного кронштейна внутри фермы затрудняет установку хомутов вблизи узловых точек фермы. Подъемные кронштейны позволяют держать подъемные проушины на одинаковой высоте над или под фермой из-за очень низких допусков. В то время как точность строповки зависит от навыков людей, работающих с фермами, подъемные скобы может легко установить кто-угодно. Главное преимущество подъемных скоб — их термостойкость. Подъемные кронштейны широко используются в стационарных установках, где гибкие подъемные приспособления часто не подходят. Подъемные кронштейны доступны для ферм разных размеров и не вызывают споров на предмет горизонтальных сил между основными поясами.



Подъемный кронштейн WLL 500 кг



Подъемный кронштейн WLL 1000 кг

Подъемные кронштейны — правильное и неправильное применение (Новый чертеж с подходящими продуктами)

1.7.6 Хранение и транспортировка

Фермы должны храниться в помещении в соответствующем складском оборудовании. Во многих случаях модули прямых ферм хранятся вертикально рядом друг с другом. Рекомендуется не допускать опрокидывания ферм во избежание эффекта домино. Соединители на нижнем конце должны быть защищены от царапин на земле либо путем размещения защищенного слоя на земле, либо с помощью соединительных элементов (конических соединителей), постоянно установленных на соединителях на одном конце модуля фермы, удерживая фермы в вертикальном положении на соединительных элементах. В случае износа будут повреждены соединительные элементы, а не несъемные разъемы модуля фермы. Если модули прямой фермы можно хранить в горизонтальном положении, следует избегать того, чтобы модули фермы царапались друг о друга. Так называемые держатели ферм могут отлично справиться с этой задачей, а также позаботятся о правильном выравнивании уложенных друг на друга ферм. Эти держатели также используются при транспортировке ферм на тележках. Учитывайте высоту тележек, на которые укладываются фермы с учетом риска опрокидывания. Убедитесь, что все люди, участвующие в транспортировке ферм, прошли инструктаж по безопасному обращению с транспортным оборудованием. Транспортировка должна производиться так, чтобы не повредить фермы. В частности, операторы вилочных погрузчиков из других отраслей промышленности могут попытаться провести вилку через решетчатую структуру ферм по привычке.

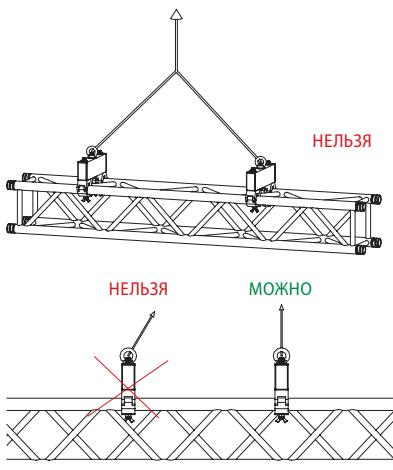




Фото: Крыша LT, Фабрика Aku's, Финляндия

Почти все случаи повреждения диагональных элементов ферм произошли при работе операторов вилочных погрузчиков.

1.7.7 Критерии проверки и утилизации

Каждый работодатель обязан предоставить работникам безопасное рабочее оборудование. Каждый рабочий обязан использовать только безопасное рабочее оборудование. Способ убедиться в безопасности оборудования — это проверка. Само собой разумеется, нужен визуальный осмотр оборудования перед каждым использованием, независимо от области применения. Во многих странах проверка рабочего оборудования предусмотрена законом. Prolyte рекомендует проводить периодические проверки ферм, связанных с ними конструктивных элементов и соединительных элементов, а также документировать такие осмотры специалистами не реже одного раза в год. Если фермы используются часто, периодические осмотры следует проводить чаще. Если во время осмотра выявляются недостатки, не позволяющие безопасно использовать ферму, ее необходимо вывести из эксплуатации, а если дефект нельзя устранить, ферму необходимо выбросить.

Указание о наличии дефекта в большинстве случаев нельзя считать достаточным. Утилизация через производителя/поставщика или компании по переработке металла — единственный безопасный способ защитить других от рисков, связанных с дефектным материалом. При осмотре ферм нужно соблюдать критерии для списания ферм, указанные компанией Prolyte.

Основное

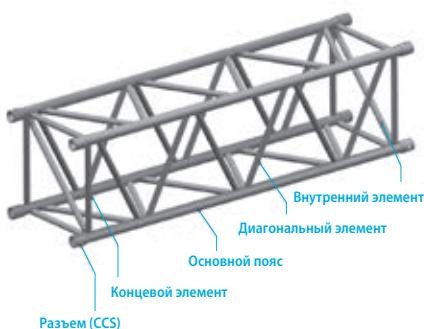
Фермы следует списывать, если они соответствуют одному или нескольким из следующих критерий. В сомнительных случаях следует проконсультироваться с производителем/поставщиком или специалистом. Если вы не можете опознать ферму до осмотра, возможно, это не ферма Prolyte. Если маркировки нет или она не читается, возможно, вы не сможете определить дату изготовления, но сможете опознать ферму Prolyte по маркировке на соединителях и по комбинации внешних размеров основных поясов и элементов.

1. ТЕРМИН: ФЕРМЫ

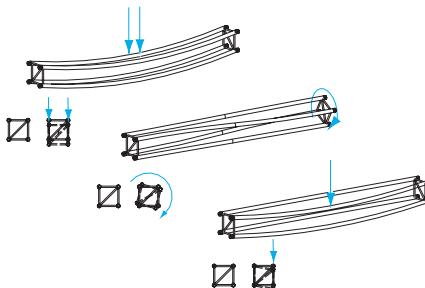
Постоянная (пластическая) деформация модулей фермы в результате вращения, изгиба, кручения или другой деформации с результатирующим отклонением от первоначальной формы. Сварные швы с трещинами или другими видимыми неровностями. Неполные сварные швы вокруг диагональных спайсеров серий 20, 30 и 40 связаны с производством, и их надлежащая стабильность доказана.

Снижение приподнятого уровня сварного шва за счет механического износа более чем на 10%.

Чрезмерная коррозия, в результате которой общая толщина поперечного сечения фермы уменьшается более чем на 25% или более чем на 10% площади поперечного сечения компонента. Хотя алюминий может визуально не вызывать коррозию, как многие стальные сплавы, влияние окружающей среды может оказывать коррозионное воздействие на него. Особое внимание следует уделять конструкциям, которые находятся на открытом воздухе длительное время, особенно в районах с высоким уровнем промышленного загрязнения. Фермы, используемые в прибрежных районах или рядом с бассейнами, следует проверять индивидуально перед каждым использованием из-за большей вероятности того, что такая среда вызывает коррозию.



Элементы фермы



Виды деформации: прогиб, кручение, вращение.

Главные пояса

Если на главном пояссе видны трещины, он сломан или имеет постоянную деформацию более чем на 3 мм от исходной центральной линии между узловыми точками, ферму необходимо вывести из эксплуатации. То же самое следует сделать, если концы основных поясов фермы изогнуты в области конического соединителя таким образом, что соединение модуля с другим модулем возможно только путем приложения значительной силы.

Другие критерии отказа для основных поясов:

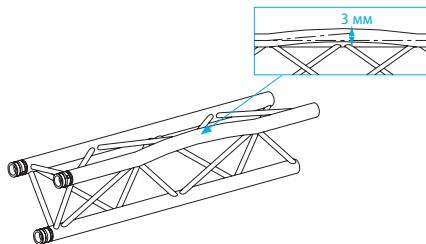
Царапины, порезы или другие признаки износа, такие как истирание на поверхности основного пояса, которые уменьшают толщину стенки более чем на 25% или площадь поперечного сечения основного пояса более чем на 10%.

Царапины или порезы на главном пояссе на глубину более 1 мм и длину более 10 мм, независимо от направления.

Отверстия или проемы в главном пояссе, которые появились после выкладки фермы на складе.



Пластическая деформация основного пояса до овальной формы или вдавливание трубы более чем на 5%.



Постоянная деформация основного пояса (новое изображение гораздо большей квадратной фермы и деформированным свободным главным поясом)

Главный пояс деформирован или сужен в области сварного шва из-за чрезмерного усилия натяжения.

Элементы (диагональные, торцевые, внутренние)

Если один или несколько диагональных или концевых элементов сломаны или отсутствуют, ферму необходимо вывести из эксплуатации. То же самое относится к элементам с постоянной деформацией более чем на 3 мм от исходной центральной линии.

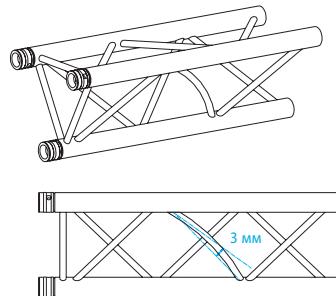
Другие критерии для списания элементов:

Царапины, порезы или другие признаки износа, например истирание на поверхности элемента, которые уменьшают площадь поперечного сечения элемента более чем на 10%.

Царапины, порезы или истирание на элементе глубиной более 0,5 мм и длиной более 10 мм, независимо от направления.

Просверленные отверстия или дыры, которые появляются после того, как ферма была размещена на складе.

Пластическая деформация элемента до овальной формы или вдавливание трубы более чем на 5%.



Постоянная деформация диагонального элемента

Соединители

Если соединитель сломан или отсутствует, ферму необходимо вывести из эксплуатации.

Другие критерии для списания соединителей:

Трещины или частично разорванные сварочные швы между основной трубкой и соединителем.

Увеличение или приданье овальной формы в конических отверстиях более, чем на 10%.

Постоянная деформация основного пояса с соединителем более чем на 5°, что затрудняет соединение двух модулей фермы.

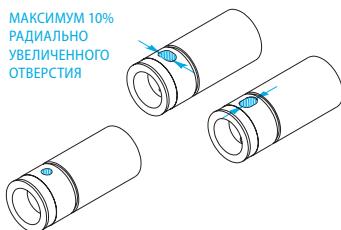
Признаки износа соединителя, уменьшающие толщину стенки более чем на 25%.

Любая деформация или перекос в области основного пояса рядом со сварными швами соединителя.

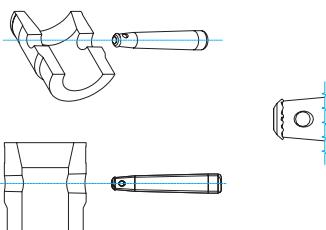
Любое углубление от удара молотка на коническом соединителе глубиной более 2 мм и длиной более 10 мм независимо от направления.

1. ТЕРМИН: ФЕРМЫ

Повышенная коррозия внутри разъема.



Увеличение отверстий конической формы



Деформация конических пинов

Соединительные элементы

Конические втулки изнашиваются при частой установке и извлечении, в частности, ударами молотка. Их можно рассматривать как расходный материал. Области давления и деформации пальцев — индикаторы сильной перегрузки. Если на пине обнаружено такое повреждение, его необходимо заменить.

Другие критерии для списания соединительных элементов:

- Уменьшение диаметра более чем на 10%.
- Заусенцы, шляпки и другие выступающие, острые или заостренные края на более узком конце конических пинов.
- Деформация из-за ударов, вызывающая износ поперечного отверстия для предохранительного зажима или повреждение резьбы винта.

Документация

Периодические проверки должны быть задокументированы подходящим способом. Нет необходимости составлять отчет о проверке каждой фермы, которая уже была проверена. Это сделало бы выполнение работы невозможной, если бы дело дошло до большого объема продукции. Prolyte рекомендует ставить маркировку каждой проверенной фермы с датой проверки, датой следующей проверки и именем специалиста, который проверял ферму. Сводного отчета обо всех фермах одного типа, прошедших проверку, должно быть достаточно, а те фермы, которые были списаны, должны иметь индивидуальный отчет о проверке, если их не выбрасывают сразу после проверки.

Если есть сомнения в пригодности фермы, ее следует немедленно вывести из эксплуатации при любых обстоятельствах. Свяжитесь с экспертом или вашим поставщиком Prolyte для определения возможности использовать ферму.

Техобслуживание и уход

При периодической проверке более мелкие повреждения и загрязнения может устраниТЬ компетентный проверяющий персонал.

Алюминий может накапливаться на внутренней стороне просверленных отверстий соединителей, его следует время от времени удалять с помощью наждачной бумаги с зернистостью 240 и выше.

Остатки аэрозольной краски, остатки липкой ленты, грязь, пыль и другие загрязнения необходимо часто удалять, чтобы ферма оставалась в хорошем визуальном состоянии.

Некоторые компании используют аэрозольную краску для маркировки своих ферм. Следует следить за тем, чтобы краска не попала на посадочные поверхности разъемов и соединительных элементов, поскольку они изготовлены очень точно. Капли краски могут быть в пять раз толще, чем допускается при изготовлении, и могут затруднить сборку модулей фермы.

Мучнистый налет на разъемах и конических соединителях не является чем-то необычным и его можно удалить водой и безворсовой тканью. Не используйте агрессивные чистящие средства и кислоты для чистки ферм и аксессуаров.



Внешнее загрязнение ферм, например остатки клея можно удалить с помощью мыла или очистителя высокого давления. Можно использовать чистящие салфетки, предлагаемые производителями клейкой ленты, если они заявлены как безвредные для алюминиевых сплавов.

Prolyte и все дистрибуторы/торговые партнеры Prolyte проводят регулярные семинары и учебные курсы по безопасному использованию и обращению с продуктами Prolyte. Для получения дополнительной информации см. www.prolyte.com.

Ремонт алюминиевой фермы Prolyte

Prolyte не предлагает ремонт фермы, связанных с ней конструктивных элементов или аксессуаров.

Поскольку нет никаких юридических требований в отношении ремонта ферм, используемых в технике для развлечений, владелец фермы может свободно решать, как ему распорядиться своим имуществом.

Любой ремонт фермы Prolyte будет производиться под полную ответственность владельца фермы. Prolyte отказывается от гарантии на отремонтированные модули фермы, связанные с ними структурные компоненты или аксессуары. В некоторых странах лицо, выполняющее ремонт ферм, может считаться новым производителем ферм.

Единственный приемлемый ремонт поврежденной фермы может быть произведен путем замены поврежденных элементов решетчатой конструкции модуля фермы.

Хотя диагональные элементы имеют незначительное влияние на точность соединений модуля фермы и их легко заменить, замена концевых элементов всегда приводит к отклонению в точной подгонке соединений и поэтому такая замена не рекомендуется.

Основные пояса и сломанные или потрескавшиеся конические соединители не подлежат ремонту.

Замененные элементы решетчатой конструкции и отремонтированный модуль фермы должны иметь маркировку, чтобы можно было отличить замененные элементы и фермы после первого ремонта.

Сварщик должен иметь достаточную квалификацию для работы с фермами. Сплав, размеры заменяемых деталей и сварочные материалы должны быть соответствующего качества, как те, которые используются при производстве ферм.

Перед проведением ремонта ферма должна быть осмотрена специалистом, отвечающим за регулярную проверку фермы Prolyte. Такой специалист должен быть обучен и иметь сертификат компании Prolyte. После ремонта сварные швы необходимо осмотреть на предмет соответствия применимым стандартам, действующим в стране, в которой проводится ремонт.

Перед выполнением любого ремонта настоятельно рекомендуется связаться с поставщиком Prolyte.

1.7.8 Эквипотенциальное соединение (заземление)

Каждый раз, когда ферма или конструкция фермы используется в сочетании с электрооборудованием, что почти всегда имеет место, защита от поражения электрическим током является обязательной, в частности, если люди могут коснуться фермы, например на наземных конструкциях в выставочных залах!

Эта защита реализуется посредством уравнивания потенциалов - широко известного как электрическое заземление - ферм или конструкций ферм. Эффективность эквипотенциального соединения необходимо проверять путем измерения сопротивления заземления с помощью соответствующих измерительных приборов, которыми управляет квалифицированный специалист в области электрики.



Контакты заземления
CCS6-603-PGS и CCS7-703-PGS

Prolyte предлагает пины для соединителей серии 600 и 700 для надлежащего соединения фермы и системы заземления. Пин серии 600 оснащен резьбой M10, а пин серии 700 — резьбой M12.

1.7.9 Безопасность на работе — лазание по ферме

Основная информация

Лазать по фермам не стоит. Работа на высоте всегда подразумевает риск падения с высоты, что может привести к травмам или смерти. В тех ситуациях, когда внешний доступ через мобильные подъемные рабочие платформы, такие как воздушные устройства или ножничный подъемник, невозможен, подъем по ферме может быть единственным способом добраться до места, где необходимо выполнить работу.

Если вы не можете избежать лазания по фермам, всегда проводите собственную оценку рисков, чтобы свести к минимуму риск несчастного случая, прежде чем покинуть безопасное место.

Никогда не лезьте в одиночку! Всегда убедитесь, что есть кто-то квалифицированный, физически не ограничен и оснащенный всем, чтобы спасти вас на любой высоте в случае несчастного случая. Если этот кто-то хочет использовать подъемную платформу, чтобы спасти вас, спросите себя, почему вам нужно ползти, а не использовать эту подъемную платформу.

Prolyte настоятельно рекомендует не взбираться на ферму, если не доказано, что ферма способна выдержать людей, движущихся по ферме, и силы удара, создаваемые активированным устройством защиты от падения.

Как правило, все фермы Prolyte серии E, H20LB и 30L, 30D, 40L и 40D не подходят для лазания из-за их относительно низкой несущей способности. Но даже более прочные типы ферм требуют тщательного анализа, особенно если на них уже есть оборудование. Всегда следите за тем, чтобы не перегружать ферму, забираясь на нее.

В любой рабочей среде весь персонал обязан использовать и носить средства индивидуальной защиты (СИЗ).

Все работодатели обязаны убедиться, что все обязательные средства индивидуальной защиты доступны на объекте для каждого сотрудника, а также убедиться, что сотрудники носят и используют такие средства индивидуальной защиты. Все вовлеченные лица несут ответственность за то, чтобы как можно меньше рисковать в своих интересах и в интересах других лиц во время работы.

Подходящее рабочее оборудование и СИЗ для работы на высоте следует определить и выбрать путем оценки рисков.

Самыми важными средствами индивидуальной защиты для подъема на ферму являются страховочная привязь, шнур с амортизатором и пожарным крюком, а также соответствующий шлем. Амортизатор спроектирован таким образом, чтобы уменьшить силу падения до 6 кН (что составляет примерно 600 кг).

Подъем на горизонтальную ферму

Если невозможно избежать подъема на фермы, необходимо обязательно доказать, что ферма способна выдерживать силы, создаваемые ударом падающего человека, задержанного амортизатором (6 кН). Такая предполагаемая нагрузка обычно распространяется на человека, висящего на своей страховке, и второго человека, движущегося по ферме для проведения спасательных работ. Очевидно, что элементы слабее основных поясов, но даже основные пояса могут быть слишком слабыми, чтобы противостоять силам, создаваемым падением человека, в частности, когда ферма загружена оборудованием. Никогда не используйте диагонали в качестве крепления для ваших СИЗ! Используйте основные пояса в качестве анкеровки только в том случае, если квалифицированный персонал подтвердил, что основные пояса фермы могут выдержать усилия, как описано выше.

Горизонтальные страховочные канаты

Привязывание веревок к фермам — распространенный способ создания страховочных тросов с ощущением безопасности на высоте. Это абсолютно небезопасный подход! Независимо от того, какой тип веревки используется, на ферме нет точки, которая подходила бы на роль точки крепления для горизонтального страховочного каната! Часто можно увидеть, что горизонтальные страховочные тросы проходят через чекели или главные звенья между цепными лебедками и строповочными петлями.



Следует учитывать, что производитель лебедки вряд ли даст утвердительный ответ на вопрос о достаточном сопротивлении ударной нагрузке, создаваемой падающим человеком!

Доверяйте установке спасательного троса только в том случае, если она либо сертифицирована уполномоченным органом и установлена в соответствии с имеющимся руководством, либо одобрена в письменной форме инженером-строителем и производителями соответствующего оборудования.

Prolyte рекомендует использовать системы страховочного троса из стального троса со специальными точками крепления для ферм, которые, как было доказано, способны выдержать все силы, действующие на ферму, точки опоры и далее на здание или землю, хотя их трудно найти.

Подъем на вертикальную ферму

Когда возникает необходимость взобраться на конструкцию фермы, опирающуюся на землю, альпинист обычно в первую очередь поднимается на столбы.

Часто это считается безопасным действием, но это не так! Если ферма столба не оснащена дополнительными элементами, которые расположены как ступеньки лестницы, альпинист вынужден наступать на диагональные элементы фермы столба. Это не проблема, если альпинист опытный, но он несет определенный риск поранить ступни или соскользнуть с диагонального элемента.

При необходимости взобраться на столбы H30V рекомендуется соблюдать осторожность, относительно слабые диагональные элементы могут быть повреждены, если наступить на них с большой силой. Пожарные крюки Y-образного каната должны быть зацеплены за основные пояса, если не установлен горизонтальный страховочный трос.

Вертикальные страховочные канаты

Профессионалы крепят вертикальные страховочные тросы к вышкам, а альпинисты используют страховочное устройство, перемещающееся по вертикальному страховочному тросу. Верхний конец вертикального страховочного троса должен быть прикреплен к верхней части вышки или проверенной точке на углу куба Boxcorner. Нижний конец должен быть прикреплен к основе столба. Можно использовать веревки, если доказано, что они достаточно прочные. Большинство передвижных устройств защиты от падения предназначены для использования на тросах.

1.8 ПРАВИЛА

Люди, связанные с развлекательными технологиями, часто обсуждают, что разрешено, принято или запрещено делать или использовать в нашей отрасли. Как производитель, начавший свою деятельность в Нидерландах, Prolyte всегда ссылался на национальные правила, правила соседних стран — в частности, на суровые правила в Германии — и на европейские правила, директивы и стандарты. Тем не менее, мы всегда смотрим на все правила, которые изучаем и к которым получаем доступ. Попытка отразить все правила, применимые к развлекательным технологиям в мире, выходит за рамки нашего каталога Blackbook, поэтому мы стараемся сосредоточиться на основных правилах, на которых основаны наши продукты и их безопасное использование.

1.8.1 Законы и законодательство

Нет известных законов, непосредственно регулирующих использование фермы в развлекательных технологиях. В некоторых странах существуют национальные правила охраны труда и техники безопасности, имеющие такой же статус, что и закон, в котором упоминаются фермы или конструкции ферм, такие как немецкие правила страхования от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний или британские правила охраны здоровья, труда и окружающей среды. Национальные законы Европейского Союза, регулирующие безопасность продукции, безопасность на работе, использование рабочего оборудования, строительных материалов и т.д., основаны на европейских правилах и директивах и охватывают широкий спектр продуктов и их применения, включая фермы и аксессуары. Фермы прямо не упоминаются в таких правилах и директивах, но в некоторых ситуациях они затрагиваются. Стоит знать, что европейские правила имеют преимущественную силу перед национальными законами государств-членов Европейского Союза, в то время как европейские директивы составляют основу национального законодательства.

Постановление о строительных материалах (CPR) EU 305/2011 регулирует строительные материалы, которые должны стать неотъемлемой частью постоянных строительных работ, таких как здания или мосты, и которые влияют на безопасность конструкций в строительных работах. CPR также определяет необходимость маркировки "CE" продуктов, на которые он распространяется. Фермы обычно не предназначены для использования в качестве неотъемлемой части постоянных строительных работ. Фермы используются для создания временных разборных конструкций (TDS), на которые не распространяется CPR.

Но CPR взаимосвязан с европейскими стандартами на изготовление алюминиевых конструкций и стандартами проектирования конструкций, которые служат основой для проектирования и производства ферм в развлекательной технике. Это кажется сложным, и это определенно так. Фермы, которые не предназначены для того, чтобы стать неотъемлемой частью строительных работ, не могут иметь маркировку "CE" в соответствии с CPR. Поэтому фермы Prolyte обычно не имеют маркировки "CE" в соответствии с постановлением CPR.

Регламент ЕС по средствам индивидуальной защиты (PPER) 2016/425 регулирует требования к разработке и производству средств индивидуальной защиты (СИЗ).

Директива по машинному оборудованию (MD) 2006/42 / EC является более конкретной и регулирует механизмы, сменное оборудование, компоненты безопасности, подъемные аксессуары, цепи, тросы и ремни, съемные механические передаточные устройства и частично укомплектованные машины. Прямые фермы можно рассматривать как подъемные приспособления, регламентируемые MD. MD определяет подъемные приспособления как «компонент или оборудование, не прикрепленные к подъемному оборудованию, позволяющие удерживать груз, который помещается между механизмами и грузом или на самом грузе, или который предназначен для того, чтобы составлять неотъемлемую часть груза и который самостоятельно размещается в магазине». Кроме того, MD требует, чтобы подъемные приспособления отображали максимальную рабочую нагрузку непосредственно на продукте или на щитке или аналогичных элементах, надежно прикрепленных к приспособлению.

Как мы уже знаем, максимальная рабочая нагрузка ферм изменяется с длиной пролета фермы. Поскольку модули фермы могут быть объединены в бесчисленное количество различных комбинаций для образования пролета фермы, невозможно требовать маркировки, как этого требует MD. Как только модули фермы соединяются с соответствующими элементами, такими как угловые модули или модули кареток, максимальная рабочая нагрузка не может быть определена заранее. В любом случае угловые модули и каретки не могут быть рассчитаны на максимальную рабочую нагрузку. Поэтому фермы Prolyte и связанные с ними элементы обычно не имеют маркировки "CE", как это определено в MD.

Директива «Об использовании рабочего оборудования» 2009/104 / EC говорит о минимальных требованиях безопасности и здоровья при использовании рабочего оборудования рабочими на рабочем месте. Среди прочего, эта директива охватывает работу на высоте и проверку рабочего оборудования и, таким образом, обеспечивает необходимость периодической проверки ферм.

1.8.2 Стандарты

Стандарты определяют состояние технологий.

Мы сталкиваемся с тремя основными типами стандартов: национальными, континентальными и международными. Они не соответствуют строгой иерархической структуре. Европейские стандарты EN, определенные CEN, обычно отменяют и заменяют стандарты национальных органов по стандартизации (NSB), таких как BS, DIN, NEN и т.д. Международные стандарты ISO не отменяют стандарты EN, они должны быть приняты CEN, чтобы стать стандартами EN ISO. После этого они также могут стать национальными стандартами, например BS EN ISO, DIN EN ISO или NEN EN ISO. NSB также могут свободно принимать стандарты ISO без принятия через CEN. Эти стандарты будут, например, BS ISO, DIN ISO или NEN ISO.

Хотя только несколько стран разработали национальные стандарты в отношении развлекательных технологий, в течение десятилетий не было эквивалентных стандартов EN. В 2006 году огромное число энтузиастов-ветеранов индустрии развлечений собралось в CEN в Брюсселе, чтобы подписать Соглашение о семинаре CEN (CWA). CWA считается предложением для стандарта EN, показывающим, что существует интерес и консенсус в отношении стандартизации конкретных промышленных требований на европейском уровне. В декабре 2008 года CEN выпустил CWS 15902 «Подъемное и несущее оборудование для сцен и других производственных площадок в индустрии развлечений», состоящий из двух частей: части 1 «Общие требования» и части 2 «Спецификации для проектирования, производства и использования алюминия и стальных ферм и столбов». Часть 2 была основана на американском стандарте ANSI E1.2-2006 «Развлекательные технологии: проектирование, производство и использование алюминиевых ферм и столбов» и на британском стандарте BS 7905-2: 2000 «Технические условия на проектирование и производство алюминия и стальных ферм и столбов».

В соответствии с характером CWA, емудается срок действия в 3 года, пока он не будет преобразован в стандарт EN с возможностью продления еще на 3 года.

До 2011 года ни один член CEN не желал возглавить преобразование CWA 15902 в стандарт EN, поэтому его продлили еще на 3 года. В 2014 году немецкий институт стандартизации DIN финансировал технический комитет CEN TC 433 «Развлекательные технологии» и начал со стандартизации в трех из четырех рабочих группах.

Рабочая группа 2 «Рабочее оборудование и установки» приступила к реорганизации CWA 15902-2 в феврале 2015 года и завершила работы в сентябре 2017 года. В августе 2018 года CEN выпустил самый первый европейский стандарт для развлекательных технологий, EN 17115 - Развлекательные технологии—Технические условия для проектирования и производства алюминиевых и стальных ферм. С тех пор все фермы Prolyte, связанные с ними структурные компоненты и аксессуары производятся в соответствии с этим стандартом. EN 17115 относится к применимым стандартам серии Еврокодов, EN 1990 - EN 1999, у производству стальных и алюминиевых конструкций, EN 1090, часть 2 + 3, и к необходимым стандартам, касающимся технических характеристик материалов.

В США ANSI E1.2-2006 был заменен на ANSI E1.2-2012 «Развлекательные технологии — проектирование, производство и использование алюминиевых ферм и столбов». За исключением нескольких различий в терминологии и ссылок на континентальное производство и спецификации материалов, содержание этого стандарта ANSI аналогично EN 17115.

1.8.3 Строительные правила

Своды правил обычно устанавливаются торговыми организациями, такими как PLASA, IGVW, ESTA и т.д., или группами заинтересованных людей, как это было сделано в недавнем «Международном своде правил касательно технологий в сфере развлечений» (ICOPER). Своды правил определяют состояние работы в отрасли, давая рекомендации по безопасному использованию рабочего оборудования, эффективным методам работы, терминологии или здоровью и безопасности на работе, соблюдая применимое законодательство и стандартизацию, не исключая отклоняющиеся от нормы, если они гарантируют эквивалентный уровень безопасности.

Следование сводам правил дает уверенность всем вовлеченным лицам в поддержании необходимого уровня безопасности. Компания Prolyte призывает всех пользователей собирать информацию обо всех применимых правилах поведения, необходимых для их безопасной работы, читать и понимать содержание, а также выполнять и поддерживать определенные рекомендации.

1.8.4 Расчет конструкции

Расчет конструкции проводится для подтверждения того, что ферма или конструкция фермы устойчива и имеет достаточную несущую способность. Все серии ферм Prolyte проверены расчетом конструкций, в результате которого были получены таблицы нагрузок однотротельных ферм с максимально допустимой нагрузкой и расчетными внутренними силами фермы и ее компонентов. Как только дело доходит до многопролетных ферм или конструкций ферм, таблицы нагрузок больше не применимы, их просто можно использовать как показатель при соблюдении основных правил для оценки безопасности установки. Для выполнения удовлетворительного расчета конструкции инженеру-строителю или квалифицированному специалисту потребуются расчетные внутренние силы. Расчет конструкции всегда должен соответствовать всем применимым стандартам, определяющим проектирование конструкции и спецификации материалов. Следует подчеркнуть, что расчет конструкции всегда будет учитывать наихудшие ситуации с максимально ожидаемыми воздействиями на конструкцию и максимально допустимым использованием ферм и связанных с ними конструктивных элементов. В ситуациях, когда фермы или конструкции ферм явно имеют небольшой излом из-за возможной нагрузки, а конструкции фермы устойчивы к падению, достаточно опытные и квалифицированные специалисты также могут быть компетентными, чтобы оценить, достаточно ли безопасна ситуация. Как бы то ни было, мы ежедневно наблюдаем небезопасные установки ферм по всему миру. Поэтому Prolyte рекомендует заранее иметь индивидуальный расчет конструкции для каждой установки фермы.

1.8.5 Совместимость

Издалека все фермы выглядят одинаково. Однако при ближайшем рассмотрении различия становятся очевидными. Соединение ферм от разных производителей создает высокий риск ответственности для разных сторон: пользователя, работодателя, владельца и производителя/поставщика.

Этот риск основан на влиянии различных правовых сфер, таких как безопасность продукции, ответственность за качество продукции, гарантия и надежность, а также стабильность и несущая способность.

Соединение ферм от разных производителей, которое часто называют совместимостью, практически невозможно с юридической точки зрения. Человек, соединяющий фермы двух производителей, напрямую считается производителем нового продукта, поскольку можно исключить, что оба производителя подтверждают, что их продукты совместимы с конкурирующими продуктами.

Prolyte прямо заявляет, что фермы Prolyte нельзя соединять с фермами или соответствующими конструктивными элементами любого другого производителя в одном пролете.

Согласно Европейской директиве об ответственности за дефектные продукты 1999/34 / EC, производитель — это лицо, которое импортирует или распространяет продукт с целью продажи, аренды, лизинга или любой формы распространения в экономических целях в ходе своей деятельности в рамках соглашения о Европейском экономическом пространстве. Если производителя продукта невозможно определить, то его производителем считаются все поставщики.

Пример: Ферма, используемая как подъемное приспособление, длиной 7 м, собранная из ферм разных производителей (тип А + тип В), сдается в аренду. Ответственность обоих производителей исключается из Директивы об ответственности за дефектные продукты 1999/34 / EC, если часть продуктов (тип А и тип В) сами по себе безупречны, а дефект возникает только в результате производства конечного продукта. В случае повреждения ответственность несет только лицо, изготовившее конечный продукт. В данном примере это пользователь!

Если работодатель предоставляет работнику набор ферм разных производителей в качестве рабочего оборудования (например, подъемного приспособления), работодатель несет ответственность за безопасность рабочего оборудования в соответствии с Европейской директивой о минимальных требованиях к безопасности и охране здоровья для использования рабочего оборудования рабочими на работе 2009/104 / EC:

«Работодатель должен принять необходимые меры, чтобы рабочее оборудование, предоставляемое работникам на предприятии или в учреждении, подходило для выполняемой работы или было должным образом адаптировано для этого и могло использоваться работниками без ущерба для их безопасности или здоровья».

Prolyte прямо заявляет, что оценка рисков для собранной фермы, используемой в качестве рабочего оборудования, всегда должна включать подтверждение устойчивости и несущей способности. Prolyte отклоняет любые претензии по гарантии, которые могут быть вызваны повреждением из-за неправильного соединения фермы Prolyte с любыми фермами других производителей. Что касается устойчивости и несущей способности собранных ферм от разных производителей, мы прямо указываем, что даже самые маленькие допуски в соединительных элементах могут резко повлиять на несущую способность.

Распространенное мнение, что при соединении ферм разных производителей данные о нагрузке более слабой фермы считаются достаточно надежными, не имеет никаких физических и правовых оснований. Различные свойства материалов и производственные процессы приводят к разным допустимым внутренним силам для различных типов фермы. Таким образом, всегда требуется индивидуальное подтверждение устойчивости и несущей способности собранных ферм от разных производителей. Это невозможно реализовать в повседневной практике.

Фермы Prolyte и связанные с ними структурные компоненты не размещаются на рынке для использования в сочетании с фермами других производителей, но могут использоваться в сочетании с подъемными аксессуарами или подъемными устройствами, которые независимо размещаются на рынке, хотя компания Prolyte хотела бы, чтобы все использовали продукты Prolyte полностью.

Prolyte прямо заявляет, что фермы Prolyte и связанные с ними конструктивные элементы нельзя соединять с фермами других производителей!

1.9 ТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ФЕРМЫ PRO LYTE

Знание уникальных технических свойств модулей ферм Prolyte, связанных с ними конструктивных компонентов, аксессуаров и их комбинаций имеет большое значение для грамотной подготовки и эффективности работы. В этой главе мы попытаемся получить представление о некоторых технических свойствах.

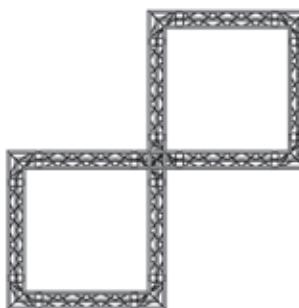
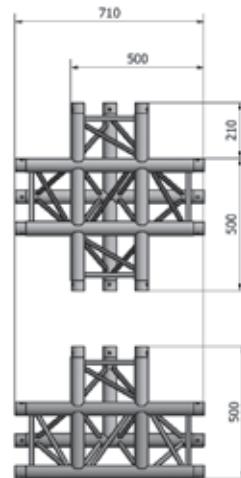
1.9.1 Размеры (12.1)

Знание размеров модулей фермы Prolyte и связанных с ними конструктивных компонентов может предотвратить возникновение неожиданных трудностей при сборке конструкций ферм.

Размеры угловых элементов

С самого начала производства угловых модулей ферм нас спрашивали, почему длина угловых модулей 30-й серии отличается от широко распространенных размеров 500x500x500 см других производителей. Объяснение довольно простое. Из-за бесчисленных комбинаций угловых модулей уже в двухмерных решетчатых конструкциях ферм следует ожидать, что Т-образный угловой модуль или поперечный угловой модуль встретится с двухсторонним угловым модулем. Это возможно без использования модулей фермы особой длины, поэтому внутренний размер стойки модуля с углом 90° всегда должен быть одинаковым. Начиная с двухстороннего углового модуля серии Х с размерами внешнего углового модуля 500x500 мм и размером фермы 290 мм, внутренний размер стоеч угла будет 500 мм - 290 мм = 210 мм. Если этот двухсторонний угол должен быть объединен с Т-образным угловым модулем, внутренние размеры всех стоек углового модуля должны составлять 210 мм. Поскольку Т-образный угловой модуль представляет собой не что иное, как двухсторонний угловой модуль с дополнительной опорой, общая длина Т-образного стержня в сумме составляет 500 мм + 210 мм = 710 мм. То же самое действует для поперечного углового модуля серии Х30.

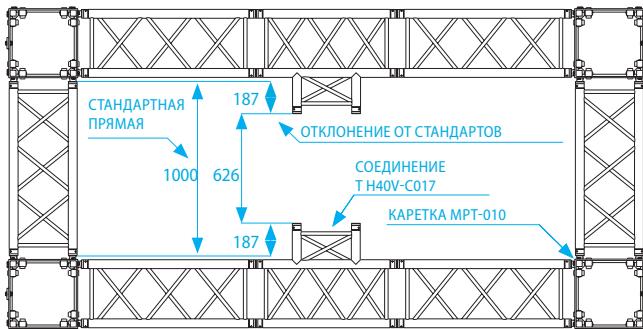
Один из наших бывших «маленьких грязных секретов» больше не должен быть секретом. С внедрением серии Н, которая имела такое же расстояние от центра до центра, что и серия Х (239 мм), внешние размеры двухстороннего углового модуля также должны были составлять 500x500 мм.



Поскольку внешний диаметр основных поясов составлял 48 мм, внешний размер фермы Н30 составил 287 мм. Следовательно, внутренняя длина стойки угла составляет 500 мм - 287 мм = 213 мм. Т-образный профиль Т-образного углового модуля Н30D / V-C017 оказался длиной 500 мм + 213 мм = 713 мм. Хотя фермы серии Х и Н можно соединять друг с другом, поскольку они производятся одним и тем же производителем, необходимо тщательно оценить комбинацию угловых модулей Х и Н, если речь идет о сложных конструкциях. В простой прямоугольной решетчатой ферме разница в длине вообще не имеет значения. Кроме того, следует знать, что допуск на длину основных поясов составляет $\pm 0,5$ мм

Размеры комбинаций модулей соединителей МРТ и угловых элементов

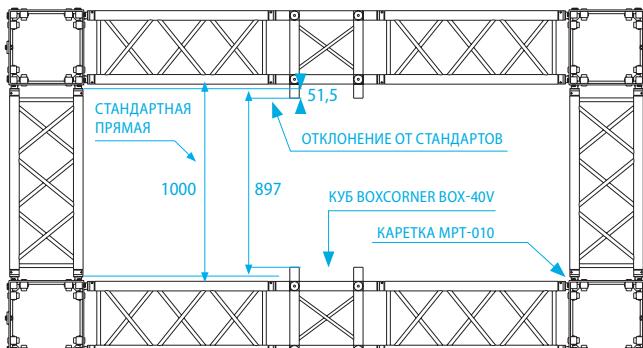
Система столбов МРТ — это универсальная система наземных опор, которая может использоваться со всеми фермами трехмерного поперечного сечения серий 30 и 40. Большинство решеток ферм в наземной опоре МРТ изготавливается из ферм H40V и угловых модулей. Модуль соединителя системы МРТ (MPT-010) имеет другие внешние размеры, чем угловые модули серии H40V. Если центральный пролет фермы будет интегрирован в решетку фермы, мы столкнемся с комбинацией различных вариантов угловых модулей и модулей соединителей, которые оснащены соединительными элементами CCS6-602 со смещением 19 мм. На следующем рисунке показана длина центральной фермы с использованием стандартных Т-образных углов (H40V-C017) в решетке фермы МРТ-столба с соединительными элементами CCS6-602 на модулях соединителей:



Комбинация H40V-C017 и MPT-010

Длина модуля прямой фермы между двумя соответствующими H40V-C017 на 2×187 мм = 374 мм меньше длины, используемой между модулями кареток.

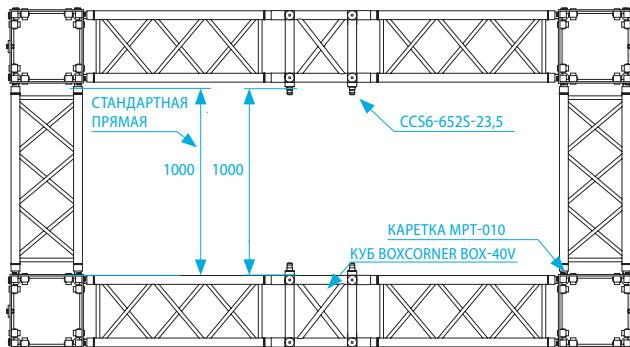
На следующем рисунке показана длина центральной фермы с использованием куба Boxcorner (BOX40V + CCS6-651) в решетке фермы МРТ-столба с соединительными элементами CCS6-602 на модулях кареток:



Комбинация BOX-40V и MPT-010

Длина модулей прямой фермы между двумя соответствующими BOX-40V на $2 \times 51,5 \text{ мм} = 103 \text{ мм}$ меньше длины, используемой между модулями кареток.

Комбинация относительно неизвестного соединительного элемента CCS6-652S-23,5 на BOX-40V в направлении пролета центральной фермы дает достойное преимущество. На следующем рисунке показана длина центральной фермы с использованием куба Boxcorner (BOX40V + CCS6-652S-23,5) в решетке фермы МРТ-столба с соединениями CCS6-602 на модулях кареток:

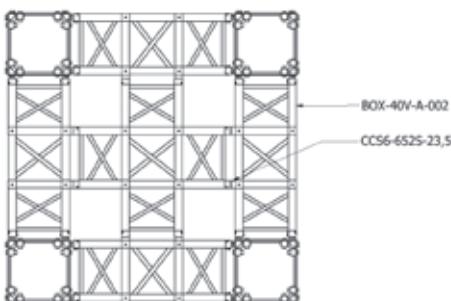


Комбинация BOX-40V с CCS6-652S-23,5 и МРТ-010

Длина модулей прямой фермы центрального пролета фермы между двумя соответствующими BOX-40V с CCS6-652S-23,5 в решетке фермы МРТ-Tower равна длине, используемой между модулями кареток. Никакой специальной длины модуля фермы не требуется!

Если необходимо объединить второй пролет фермы, типы соединительных элементов могут быть выбраны соответственно. Если требуется вторая ферма под углом 90° к центральному пролету, она будет называться центральным крестом. В этой ситуации рекомендуется другое необычное угловое крепление (BOX-40V-A-002).

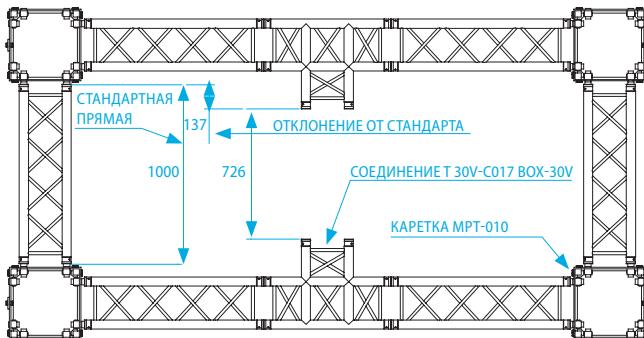
На следующем рисунке показан центральный крест в решетке фермы МРТ-столба с H40V, BOX-40V, CCS6-652S-23,5 и BOX-40V-A-002 соединениями CCS6-602 на модулях кареток.



1. ТЕРМИН: ФЕРМЫ

Длина всех модулей фермы во всех направлениях может быть одинаковой. Никакой специальной длины модуля фермы не требуется!

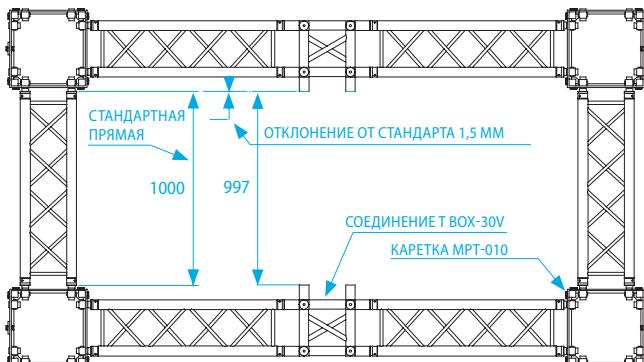
В ситуациях, когда несущая способность фермы H40V не требуется или когда принимаются во внимание экономические аспекты (транспортировка и / или объем инвестиций, философия использования-одного-типа-фермы или проектирование на складе), мы считаем, что ферма столба H30V является подходящей для использования в решетке фермы. На следующем рисунке показана длина центральной фермы с использованием стандартных Т-образных углов (H30V-C017) в решетке фермы MPT-столба с соединениями CCS6-602 на модулях кареток:



Комбинация H30V-C017 и MPT-010

Длина модулей прямой фермы между двумя соответствующими H30V-C017 на 2×137 мм = 274 мм меньше длины, используемой между модулями кареток.

На следующем рисунке показана длина центральной фермы с кубами Boxcorner (BOX30V + CCS6-651) в системе столбов MPT с соединениями CCS6-602 на модулях кареток:



Комбинация BOX-30V и MPT-010

Длина модулей прямой фермы между двумя соответствующими BOX30V (+ CCS6-651) на 2 x 1,5 мм = 3 мм меньше длины, используемой между модулями кареток.

1.9.2 Шарниры

Шарниры в основном используются в системах столбов, но все чаще и чаще используются в специальных конструкциях. Ниже мы объясняем типы шарниров для трех и четырехжильных ферм серии X/H, а также для ферм серии S/B.

Чаще всего используется шарнир CCS6-H. Его используют во всех системах столбов MPT и ST, а также в тяжелой башне RT-H30V. CCS6-H представляет собой единый шарнирный комплект, состоящий из вилочного шарнира CCS6-H-FM-45° (A) и шарнира со пином CCS6-HM-135° (B) вместе со стопорным пином ACC-LP016 и предохранительным зажимом CCS7-705.

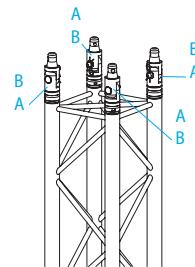
Значения в градусах показывают угол между коническим отверстием и направлением шарнира. Направление шарнира всегда под прямым углом к оси стопорного пина. Старые шарниры CCS6-H не идентифицируются, на новых петлях CCS6-H выгравированы их значения в градусах.

Шарниры для столбов CT предлагаются только в отдельных элементах, их можно использовать и для специальных конструкций ферм серии S и B. Существует бесчисленное множество комбинаций.

Полный «набор» шарниров для столба CT состоит из:

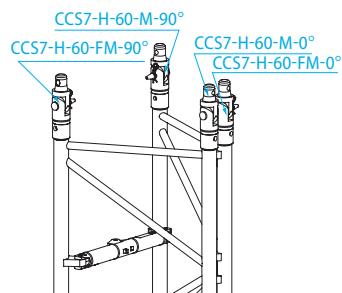
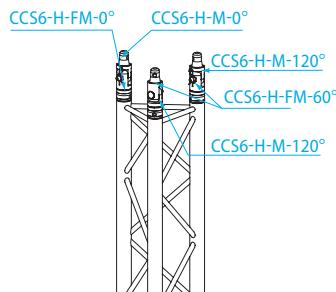
| | |
|-----|------------------|
| 2 x | CCS7-H-60-M-0° |
| 2 x | CCS7-H-60-M-90° |
| 2 x | CCS7-H-60-FM-0° |
| 2 x | CCS7-H-60-FM-90° |
| 4 x | ACC-LP20/60 |
| 4 x | CCS7-705 |

Шарнирные вилки также доступны для крепления болтами к соответствующим элементам конструкции, таким как кубы Boxconger или каретки.



A = CCS6-H-FM-45°

B = CCS6-H-M-135°



1.9.3 Спейсер

В некоторых случаях стандартной длины модулей фермы, предлагаемой Prolyte, недостаточно. Поскольку сокращение длины модуля фермы обычно довольно сложно и приводит к выбрасыванию фермы, удлинение стандартного модуля фермы является простым. Конический соединитель может быть изготовлен с выступающей цилиндрической частью посередине, что дает возможность увеличить длину модуля фермы на 50 мм на каждом конце модуля. Эти удлиненные конические соединители называются спейсерами.

По умолчанию они доступны с шагом от 5 мм до 50 мм. Очевидно, что эти спейсеры не могут реализовать любую желаемую длину, но следует иметь в виду, что их можно комбинировать со стандартными модулями фермы длиной менее 100 см, например, L025, L029, L050, L071 и L075 серий 30.



Следует учитывать, что каждый набор спейсеров между двумя модулями фермы увеличивает расстояние между концевыми элементами модулей фермы в месте соединения. Это увеличивает влияние взаимодействия изгибающего момента и поперечной силы в соединении, что приводит к снижению несущей способности фермы.

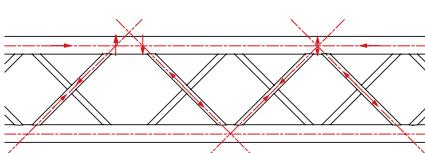
1.9.4 Эксцентризитет в узловых точках

В идеальной решетчатой конструкции центральные линии элементов фермы пересекаются друг с другом в точке на центральной линии главного пояса. По некоторым причинам эта идеальная ситуация не может быть достигнута в некоторых фермах. Это явление называется эксцентризитетом в узловых точках. Вот причины:

- геометрия фермы
- расстояние между концевыми элементами
- минимальный угол диагональных элементов
- диаметры стержней и основных поясов
- свариваемость, место для сварки

В прошлом этот эксцентризитет считался серьезным недостатком при проектировании фермы, поскольку в узловой точке могут возникать местные изгибающие силы.

Местный изгибающий момент



Нет изгибающего момента



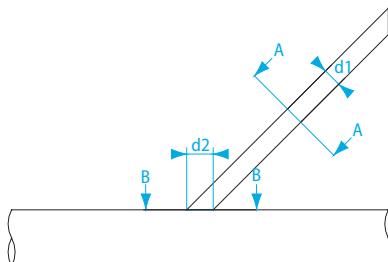
Местный изгибающий момент в узловой точке, вызванный эксцентризитетом (слева) — отсутствие местного изгибающего момента в узловой точке (справа)

С момента внедрения Еврокодов при расчетах конструкций необходимо учитывать взаимодействие изгибающего момента и поперечной силы в соединениях модулей фермы, где диагонали отсутствуют. Это привело к снижению грузоподъемности некоторых типов ферм при малых пролетах. Влияние взаимодействия изгибающего момента и поперечной силы в соединениях модулей фермы намного больше, чем влияние локальных изгибающих моментов, взаимодействующих с поперечными силами из-за эксцентризитета в узловых точках. Это позволяет сделать вывод, что небольшой эксцентризитет в узловых точках фермы Prolyte допустим без какого-либо отрицательного влияния на несущую способность фермы.

1.9.5 Сварные швы диагональных элементов

Время от времени возникают излишние дискуссии по поводу незавершенного сварного шва на стыках диагональных элементов в фермах серий X и N. Краткий обзор структурных отчетов этих ферм показывает, что диагональные элементы рассматриваются как ограничивающие лишь частично на их сварных концах, что увеличивает предполагаемую длину продольного изгиба диагональных элементов и, таким образом, обеспечивает более высокий уровень безопасности. Считается, что длина сварного шва не превышает окружности диагонального элемента. По сравнению с длиной сварного шва, который имеет овальную форму, соответствующую углу разреза элемента, и, таким образом, намного длиннее окружности диаметра элементов, мы обнаруживаем, что просвет достаточный, чтобы оставить примерно 1/10 часть овального сварного шва.

Сварной шов всегда будет длиннее, чем предполагается в расчетах конструкции, и всегда будет прочнее, чем в теории. В качестве побочного эффекта экономия всего лишь 1/10 сварного шва позволяет сэкономить много энергии и времени производства.



Секция A-A — длина окружности = $\pi \cdot d_1$

Секция B-B — длина окружности = $\pi \cdot d_2$ $d_1 < d_2$

результат : поверхность A-A < длина окружности

Секция B-B

Сварной шов вокруг наклонного диагонального элемента намного длиннее окружности элемента, который учитывается при расчетах конструкции.

1.9.6 Предварительный сгиб

В некоторых случаях недопустимо, чтобы ферма прогибалась под нагрузкой. Примерами являются фермы для больших занавесов, которые не должны касаться земли, или жесткие грузы, такие как каркасы для светодиодных экранов.

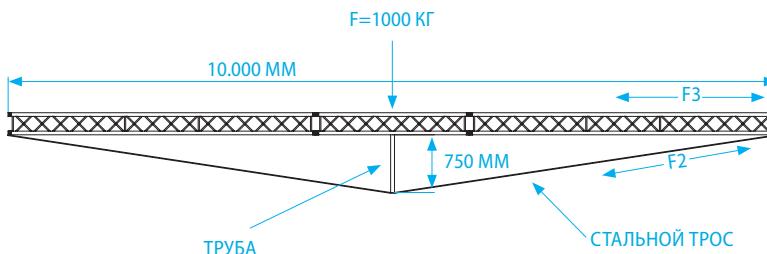
Есть несколько способов минимизировать прогиб под нагрузкой или даже избежать прогиба. Самым очевидным и оптимальным решением будет выбор в пользу фермы большего размера, с высотой больше ширины.

Ферма будет иметь более высокую грузоподъемность и, следовательно, меньший прогиб при той же нагрузке.

Если это решение невозможно, существует метод, известный из теории мостостроения. Установите вертикальный сжимающий элемент под центром фермы и используйте крепежные приспособления, например ремешок с храповым механизмом, прикрепленный к обоим концам пролета, и пропустите его под нижним концом сжимающего элемента. Если затянуть ремень с храповым механизмом, центр пролета фермы будет сдвинут вверх, показывая обратный прогиб. Если ферма будет нагружена, обратный прогиб в достаточной мере компенсирует обычный прогиб.

Вместо ремешка с храповым механизмом также можно использовать стальной трос в сочетании с талрепом.

Хотя это кажется малобюджетным решением, его нечасто можно встретить в повседневной практике. Отношение обратного прогиба у общему прогибу, ориентированному вниз, предсказать нелегко, поэтому это всегда будет метод проб и ошибок.



Крепежное приспособление будет подвергаться очень высоким нагрузкам, и потребуется спроектировать специальные точки крепления на ферме. Prolyte не рекомендует этот метод, но считает необходимым упомянуть здесь, чтобы пользователи не участвовали в экспериментальных исследованиях.

Другая возможность — установить специальные 2-миллиметровые спайсеры в соединителях верхних поясов пролета фермы. Это также вызывает обратный прогиб, но, опять же, обратный прогиб трудно предсказать в соответствии с разнообразием длин модулей фермы, количеством и расположением соединений в пролете, поэтому это также будет метод проб и ошибок, чтобы правильно настроить установку. Prolyte настоятельно рекомендует использовать только специальные спайсеры диаметром 2 мм, поскольку более длинные стандартные спайсеры будут вызывать слишком высокие локальные изгибающие силы на соединителях ферм. Только квалифицированные, компетентные и опытные пользователи должны выполнять такой вид предварительного изгиба.

Самым разумным решением предварительной каркасной конструкции, помимо выбора фермы большего размера, является выбор фермы особого типа, которая по умолчанию подготовлена для предварительной каркасной конструкции. В ферме Prolyte BGR-70 используются соединительные элементы разной длины (спайсеры 0–4 мм). Длина модулей фермы немного короче рабочей длины, поэтому концы основных поясов никогда не будут касаться друг друга при соединении двух модулей фермы. Все силы передаются через соединительные элементы. Этот тип фермы можно использовать для пролетов до 45 м.



1.9.7 Характер распространения пожара

Как и другие обычные металлы, алюминий не горит. По непонятной причине власти могут запрашивать сертификат огнестойкости ферм. К сожалению, ответ Prolyte может быть разочаровывающим, но цели проводить бесполезную сертификацию вопреки здравому смыслу у компании нет. Другими словами: сертификации огнестойкости фермы Prolyte не существует.

1.9.8 Сценические площадки

Из-за отсутствия какого-либо европейского стандарта для сценических платформ, EN 13814 может быть принят во внимание при поиске предполагаемых нагрузок. Кроме того, мы находим EN 1991, часть 1, «Воздействие на конструкции» (Еврокод 1, часть 1) требующий расчетов нагрузки на сцены как части постоянных зданий. В большинстве случаев одинаковая грузоподъемность 7,5 кН / м² и предел прогиба L / 200 были приняты в качестве критерии проектирования материалов для платформ, в то время как возможные точечные нагрузки на платформы полностью игнорировались.

Еврокод 1 требует равномерной грузоподъемности 5 кН/м² и точечной нагрузки от 3,5 кН до 7,0 кН на площади 5 см x 5 см, в то время как EN 13814 предписывает равномерную нагрузку всего 1,5 кН/м² для сцен, закрытых для общественного доступа, равномерная нагрузка 3,5 кН/м² для зон с универсальным доступом и без точечной нагрузки.

Если посмотреть на требования Еврокода 1, по сравнению с техническими характеристиками березовой фанеры, минимальная толщина плиты будет 35 мм, что неприменимо в индустрии проведения мероприятий. Поэтому был разработан немецкий стандарт DIN 15921 «Развлекательная техника — Алюминиевые платформы и рамы — Требования безопасности», обеспечивающий допустимые нагрузки, соответствующие требованиям индустрии развлечений.

Различные стандарты определяют значения горизонтальных сил. Они вызваны движениями платформ (например, танцоров или сценических машин) и дополнительными нагрузками, создаваемыми, например, нагрузками на перила. EN 13814 требует несущей способности по горизонтали для ступеней 10% допустимых вертикальных нагрузок; Британские стандарты классифицируют горизонтальную несущую способность по трем классам от 5% до 10%.



Фото: BGR70, Unlimited Productions, Нидерланды

Для синхронных (ритмичных) движений требование также составляет 10%.

Как правило, можно предположить, что уличные сцены должны выдерживать горизонтальную нагрузку 10% от вертикальной нагрузки, а сцены в залах должны выдерживать горизонтальную нагрузку 5% от вертикальной нагрузки. При рассмотрении требований к опорам сцены, где для стандартной платформы 2 м x 1 м с допустимой вертикальной нагрузкой 750 кг/м² (то есть 1500 кг равномерно распределенная нагрузка) каждая из четырех опор должна выдерживать горизонтальную нагрузку 37,5 кг (10% от 1500 кг = 150 кг / 4 = 37,5 кг). При использовании круглых трубок в качестве стоек на высоте 100 см следует использовать трубы из сплава EN AW-6082 T6 размером не менее 48,3 мм x 4 мм.

Если элементы сцены соединяются друг с другом для создания площадки сцены, допустимая несущая способность может быть уменьшена, если не используется полное количество стоек.

Компания Prolyte хотела бы четко объяснить это и поэтому опубликовала таблицы с данными по нагрузке в зависимости от длины и материала стоек.

Стойки сцены

Принципы, касающиеся использования стоек для сцен, как и в случае ферм, Prolyte также предоставляет информацию о нагрузке, которую может выдержать элемент стойки, исходя из того факта, что сцена должна выдерживать горизонтальную нагрузку в 10% от вертикальной. Горизонтальная сила, которую может выдержать элемент сцены, зависит от следующих факторов:

- Диаметр и толщина стенки стойки.
- Сплав стойки.
- Длина стойки.
- Соединение стойки.

Значения, указанные Prolyte для нагрузки StageDex в зависимости от высоты и используемых стоек, ограничиваются соединением стоек. Это означает, что использование меньшего количества стоек означает, что либо допустимая нагрузка меньше, либо допустимая горизонтальная сила должна быть уменьшена на 10%.

Перила для сцены

Надо ли устанавливать перила на сцену или нет, это предмет многочисленных дискуссий. Нагрузка, которую должны выдерживать перила сцены, зависит от области применения. Необходимо различать, открыта ли сцена для публики или нет.

В случае большинства сцен для поп-музыки достаточно перил, способных выдержать $30 \text{ кг}/\text{м}^2$. Такие перила ясно указывают, где заканчивается сцена.

Пример уменьшения нагрузки:

Если у сцены 100 м^2 обычно 200 стоек (4 на 2 м^2 (рисунок B)), это изменится на 66 в случае системы «зависания» (рисунок A).

Затем нагрузку можно умножить на коэффициент $66/200 = 0,33$. Если раньше нагрузка составляла $750 \text{ кг}/\text{м}^2$, то она станет $247,5 \text{ кг}/\text{м}^2$.
В отличие от этого, при поиске требований к перилам для платформ или трибун со свободным общественным доступом «в воздухе» возникают разнообразные требования. Требования к нагрузке достигают до $300 \text{ кг}/\text{м}$ при высоте перил 1 м.

Такие нагрузки существующие сценические перекрытия не могут выдержать или потребуются значительные усилия. В частности, главной проблемой является распределение сил. Соединение перил, сцены и подконструкции должно соответствовать строгим требованиям. Prolyte соответствует стандарту DIN 15921, согласно которому перила должны выдерживать горизонтальную нагрузку 1 кН/м, что означает, что перила длиной 2 м способны выдерживать 2 кН.

1.9.9 Нормы и правила для электрических лебедок

Промышленность и развлечения

Лебедки, используемые в индустрии развлечений, почти идентичны оригинальным промышленным версиям. Основное различие заключается в использовании и положении лебедки по отношению к грузу.
В промышленных условиях, лебедки имеют тенденцию быть постоянно подвешенными, т.е. положение двигателя «вверх», причем лебедка прикреплена к опорной конструкции.
Во время мероприятия, тали, как правило, используются в положении двигателя «вниз», в результате чего не таль, но подъемная цепь крепится к несущей конструкции в то время как электролебедки находятся в непосредственной близости от груза.

Рисунок А

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

'Сцена 10x10 м. на основе системы подвесных стоек'
соответственно 4, 2 или 1 стойка на элемент сцены

Рисунок В

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |

'сцена 10x10 м по 4 стойки на сцену'

Преимущество этого состоит в том, что кабели могут быть установлены на рабочей высоте и что вместо тяжелого корпуса двигателя монтажнику необходимо поднимать и перемещать относительно легкую цепь.

Люди, находящиеся под полезной нагрузкой

Еще одно важное отличие состоит в том, что в индустрии развлечений грузы подвешиваются или перемещаются над головами людей. Во многих странах ЕС это Рабочее оборудование (2001/45 / EC) разрешено только в том случае, если были принятые дополнительные меры безопасности. Директива по машинам 2006 / 42EC (Европейское законодательство) предусматривает удвоение рабочего цикоэффициента при подъеме людей. По смыслу этой директивы также можно утверждать, что то же самое относится и к подъему груза над головами людей.

Несколько, распространяется ли эта директива также на неподвижные подвешенные над головами грузы, что является обычным явлением в индустрии развлечений. Европейский свод правил CWA 15902-1, а также существующие стандарты, такие как BS 7906-1 / FEM 9756, оставляют открытой возможность использования «стандартной» электролебедки при условии, что анализ рисков показывает, что это оправдано.

В голландском своде правил NPR / FEM 8020-10 говорится, что в этой ситуации разрешено использование стандартной лебедки при условии, что рабочий коэффициент удвоен, например, в соответствии с директивой по машинам. В таких случаях электролебедку на 1.000 кг можно использовать только для 500 кг. В Германии в таких ситуациях необходимо использовать электролебедку, известный как D8 +. Помимо двойного рабочего коэффициента, эта электролебедка также имеет двойную тормозную систему.

Подъем грузов над людьми

Для перемещения грузов над головами людей может потребоваться использование специальных электролебедок. Помимо защиты от перегрузки и недогрузки, эти электролебедки могут иметь операционную систему, которая проверяет взаимное положение подъемников и контролирует нагрузки. В случае отклонения от установленных параметров система отключается, что гарантирует безопасное использование. Такую систему часто называют ДГУВ B17. В Германии такие системы регулируются положениями ДГУВ [Немецкой ассоциации профилактики и страхования].

Используемое оборудование и технология эксплуатации во многом зависит от ситуации во время подъема:

- Груз на одной лебедке предъявляет разные требования к подъему и управлению, чем груз, поднимаемый четырьмя лебедками, особенно если одна и та же система управляет более чем одной из этих нагрузок.
- Если оператор имеет четкое представление о грузе и ближайшем окружении, в котором должен производиться подъем, всегда можно будет принять меры в случае опасности.
- Какова вероятность отказа и каковы риски для всех используемых компонентов и их комбинаций.

В настоящее время существует целый ряд стандартов, регулирующих работу машин и систем с функцией безопасности. IEC 62061 применяется конкретно к машиностроению. Этот стандарт основан на IEC 61508 и касается вопроса о том, как можно создать систему безопасности с использованием комбинации «простого» программного обеспечения, электроники и электрических компонентов. IEC 62061 относится к спецификации уровня безопасности конкретной части органов управления машиной, которая выполняет функцию безопасности, а также оценивает весь диапазон программного обеспечения, электроники и электрических компонентов. Это выражается в уровне SIL.

Одновременно с IEC 62061 был создан стандарт ISO 13849 для механической части и компонентов. Этот стандарт применяется с механической точки зрения к надежности компонентов на уровне компонентов, а не ко всей конструкции. Этот стандарт позволяет определять категорию и PL (уровень производительности) компонента. В отличие от систем, компоненты не могут быть отнесены к уровню SIL.

Двойные тормоза

Вопрос об использовании двойного тормоза остается открытым. Если электролебедка создает удвоение рабочего коэффициента (NPR 8020-10 и D8 +), это означает, что все настройки, в том числе относящиеся к фрикционной муфте и тормозу, увеличиваются в 2 раза по отношению к рабочей нагрузке. Установка двух тормозов на один вал будет выгодна только в случае отказа одного тормоза.

Вопрос в том, что будет, если вал сломается или один из тормозов перестанет работать?

Вы не заметите никаких изменений, но все равно будете думать, что работаете безопасно! Требование двойных тормозов вытекает из немецких правил, разработанных ДГУВ, и из стандарта DIN 56950-1.

Дублирующий подвес (перезацеп)

Что делать, если у меня нет лебедки, отвечающего указанным выше стандартам? Обязан ли я полностью подвешивать свой груз или мне нужно прикрепить отдельное подвесное устройство? Отсутствие конкретных правил в большинстве стран означает, что этот момент неясен. Тем не менее, можно заявить, что цепная таль, используемая для подъема кровельной системы, должна постоянно сниматься с нагрузки. В контексте подвешивания конструкции ферм установка перезацепа часто сопряжена с серьезными рисками, которые не оправдываются повышением общей безопасности. Перемыкание цепной тали с помощью цепной муфты — метод, который настоятельно не рекомендуется использовать.

Визуальный осмотр и тестирование

Как и в случае с другим оборудованием и машинами, пригодность электролебедки всегда должна быть оценена перед использованием. Эта оценка обычно носит визуальный характер. Если электролебедка используется в течение длительного времени в опасной среде, электролебедка должна быть испытана (осмотрена) компетентным лицом в соответствии с требованиями поставщика. Примерами таких ситуаций являются длительное использование на улице, использование под дождем, использование вблизи соленой воды или использование в песчаной среде. Проверки должны проводиться по мере необходимости.

Каждую электрическую таль нужно проверять не реже одного раза в год. Испытания и проверки должны проводиться компетентным лицом. Лицо, запрашивающее тестирование/инспекцию, несет ответственность за обеспечение компетентности проверяющего лица или компании. Поэтому в большинстве стран подъемные материалы, например, те, которые используются в индустрии развлечений, могут быть проверены и испытаны «компетентным лицом». Не позволяйте себе вводить себя в заблуждение человеком, который утверждает, что эта работа должна выполняться «аккредитованным или нотифицированным органом».

Однако, как правило, для проверки кранов и пассажирских лифтов необходимо вызывать уполномоченный орган.

Фактор продолжительности рабочего времени

Цепные тали классифицируются с использованием так называемого коэффициента заполнения. Время работы и количество запусков/остановок (указывается в процентах от часа) указывает, как долго электролебедка может использоваться при полной нагрузке.

Классификация 2 м указывает на то, что электролебедка имеет наработку 40% при максимум 240 пусками и остановками в час. Это означает, что электролебедка со скоростью подъема 4 м/мин с полной нагрузкой может поднять максимальное расстояние (60 x 40% = 24) = 96 метров.

Объяснение IP и нормы

В стандарте EN 60529 изложена международная система классификации эффективности герметизации корпусов электрического оборудования от проникновения внутрь оборудования посторонних предметов (например, инструментов, пыли, пальцев) и влаги. В этой системе классификации используются буквы «IP» («Защита от проникновения»), за которыми следуют две, а иногда и три цифры. («Х» используется для одной из цифр, если существует только один класс защиты; например, IPX4, который касается только влагостойкости).

Степени защиты — первая цифра

Первая цифра IP-кода указывает степень защиты оборудования от проникновения твердых посторонних предметов в корпус.

1. Особой защиты нет.
2. Защита от крупных частей тела, например рук, от твердых предметов диаметром > 50 мм.
3. Защита от пальцев и других предметов длиной не более 80 мм и диаметром 12 мм.
4. Защита от проникновения инструментов, троса и т.д. диаметром более 1,0 мм.
5. Защита от проникновения твердых предметов диаметром или толщиной более 1,0 мм.
6. Защита от пыли, которая может помешать работе оборудования.
7. Пылезащищенный

Степени защиты — вторая цифра

Вторая цифра указывает на степень защиты оборудования внутри корпуса от вредного воздействия различных форм влаги (например, капание, разбрзгивание, погружение и т.д.).

1. Особой защиты нет.
2. Защита от капель воды.
3. Защита от вертикально капающей воды.
4. Защита от распыляемой воды.
5. Защита от брызг воды.
6. Защита от воды, выбрасываемой из сопла.

Электролебедки также часто используются на улице, например, на фестивалях или мероприятиях на открытом воздухе. электролебедки ProLyft соответствуют классу защиты IP54. Классификация 4 означает, что электролебедка, выполненный в соответствии с IP54, не подходит для использования во время проливного дождя! При использовании на улице электролебедка всегда должна быть накрыта.

WLL или SWL

Предельная рабочая нагрузка (WLL) — это грузоподъемность подъемного оборудования или подъемного инструмента. SWL — это рабочая нагрузка системы подъемного оборудования и подъемных инструментов.

Например:

Ферма H30V с пролетом 4 метра подвешена к двум электролебедкам по 500 кг. Таким образом, WLL электролебедки составляет 500 кг. Ферма H30V с пролетом 4 метра имеет WLL 1965 кг. SWL в этом случае составляет 2x грузоподъемность электролебедки = 1000 кг - собственный вес фермы = = +/- 975 кг.

Использование лебедок в системе наземных опор (граундов)

Наземная опора — это подъемное устройство, которое может поднимать направляемый груз на желаемую высоту с помощью электролебедок. В ряде стран проводится различие между подъемом свободного груза и подъемом направленного груза. В случае направляемой нагрузки и, следовательно, также в случае опоры на землю, необходимо учитывать трение, вызываемое направляющей. Это трение зависит от типа колес и провисания пролета между каретками. Главное правило состоит в том, что если груз поднимается с помощью более чем двух подъемников, электролебедки могут использоваться максимум на 75% своей грузоподъемности. ProLyte рекомендует соблюдать это правило для работы с наземными опорными системами.

НУЖНО



НЕЛЬЗЯ

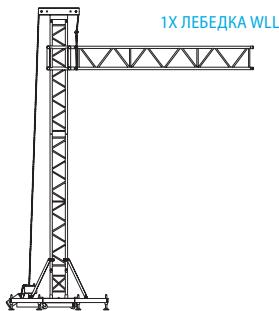


Крепление электролебедки к системе наземных опор

Для крепления электролебедки в системе наземных опор можно использовать два метода:

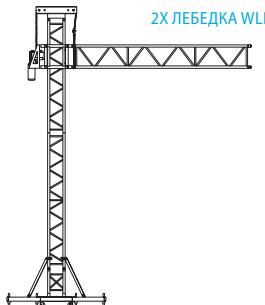
А. Электролебедка крепится к основанию, а крюк подъемника — к ферме. Тогда рабочая нагрузка фермы будет равна подъемной нагрузке подъемника. Однако необходимо вычесть часть собственного веса ферм и блоков рукаев.

А. ПРЕДЕЛЬНАЯ НАГРУЗКА ФЕРМЫ



В. Электролебедка прикреплена к ферме, а крюк подъемника к каретке. Это удваивает грузоподъемность, но снижает вдвое скорость подъема. Здесь также необходимо вычесть собственный вес конструкции фермы из грузоподъемности, чтобы определить SWL конструкции.

В. ПРЕДЕЛЬНАЯ НАГРУЗКА ФЕРМЫ



Очень важно, чтобы подъемный крюк и лебедка двигались в соответствии с направлением сил.

Не разрешается, чтобы подъемная цепь проходила под углом к цепной таль, а также закреплять грузовой крюк под углом, например, к каретке, поскольку это создаст боковую нагрузку на корпус подъемника.

Выравнивание электрических потенциалов для систем ферм

Пользователь должен убедиться, что системы ферм, которые могут создавать опасные напряжения прикосновения в случае электрического повреждения, включены в общую систему выравнивания потенциалов. Это относится ко всем элементам, изготовленным из электропроводящего материала, на которых размещено или прикреплено оборудование, или по которым проходят провода и кабели, которые в случае повреждения могут иметь электрический контакт с металлическими частями. Соединения могут выполняться с помощью зажимов, трубных хомутов, резьбовых соединений или специальных однополосных фиксирующих соединителей.

Общая система выравнивания потенциалов должна быть подключена к заземляющему проводу системы электропитания. Для кабеля длиной до 50 метров стандартным значением поперечного сечения считается $16 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$. Для кабелей длиной до 100 метров стандартное значение составляет $25 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$. В системах ферменных столбов соединение для выравнивания потенциалов может быть выполнено с помощью точки соединения для выравнивания потенциалов, предусмотренной производителем на основании столба. Поскольку колеса или ролики, используемые в системах столбов с «каретками», изолируют подвижную часть конструкции фермы, последняя должна быть снабжена отдельным соединением для выравнивания потенциалов.

Защита от удара молнии. Электроустановки во временных сооружениях должны быть надлежащим образом заземлены в соответствии с обычными стандартами. Следует учитывать степень воздействия и вероятный риск удара молнией, и, где это уместно, сама конструкция должна быть надлежащим образом соединена или заземлена. За консультацией по заземлению и молниезащите следует обращаться к инженеру-электрику. В наземных конструкциях основная сетка нередко изолирована от опор из-за использования пластиковых или резиновых колесиков в каретках. Таким образом, основная сетка должна быть заземлена отдельно, заземляющим кабелем, идущим вниз вместе со всеми другими электрическими кабелями.



Какая высота нужна?

2. КАКАЯ ВЫСОТА НУЖНА?

При выполнении такелажных работ на сравнительно небольших площадках или сценах на открытом воздухе очень важно иметь четкий набор стандартных значений высоты. В этой главе мы опишем несколько видов «высоты», с которыми можно столкнуться, и что понимается под каждый из них. Поскольку эти термины еще не определены ни в одном из стандартов такелажных работ в индустрии развлечений, следует всегда проверять, имеется ли общее понимание терминов и используются ли они правильно в отношении требований дизайнеров шоу.

Высота подъема

Этим термином называется высота подъемной цепи цепной лебедки; т.е. количество свободной цепи, которое необходимо в ходовом конце для выполнения подъема, а в закрепленном конце для обеспечения надлежащего переноса массы на цепи в мешок при вытягивании из двигателя. Другой важный фактор — одинарная или двойная подъемная цепь.

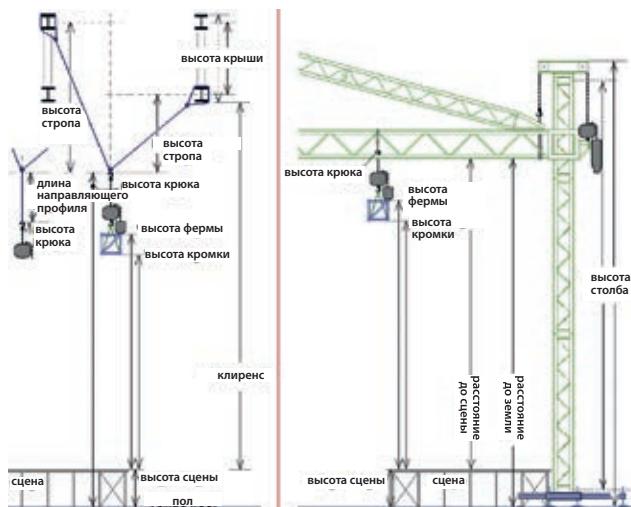
Пример:

Подъемная цепь длиной 20 м грузоподъемностью 1т, заправленная в лебедку грузоподъемностью 1т, с рабочим ходом 0,2 м через лебедку по зубчатому барабану и оставляя 0,4 м и на ходовом, и на фиксированном концах цепи, обеспечивает максимальную высоту подъема примерно 19 м.

Здесь показан тип лебедки мотором вниз, она будет оставаться в покое в твердом контейнере, а массу мотора цепи не нужно будет поднимать. Если необходима высота подъема 20 м, лебедка должна быть оснащена подъемной цепью длиной примерно 21 м. Аналогичным образом, вилочный погрузчик имеет конкретную высоту подъема, которая меньше общей высоты полностью выдвинутых телескопических секций.

Примечание:

Для определения требуемой длины цепи для системы столбов ширину верхней секции следует добавить к удвоенной высоте столба, необходимой длине внутри и в фиксированной части лебедки. Из этой высоты можно вычесть высоту фермы, соединяющейся с кареткой.





Высота столба

В компании Prolyte высотой столба называется длина ферм столбов, используемых именно в этом качестве, т.е. фактическая рабочая высота системы. «Общая высота столба» имеет значение при поднятии столба.

Высота крюка (описывается стандартом NPR 8020-13)

Высота крюка часто является важной частью данных тяжелажной системы. Этот термин обозначает вертикальное расстояние между полом и необходимой высотой верхнего крюка.

В ситуации с мотором внизу этот термин обозначает крюк цепи. Необходимая высота крюка важна, когда главная решетка является основной частью над этими конструкциями, которую необходимо установить для проведения шоу. Ограниченностю вариантов высоты крюка может привести к коррекции расчетного ходового расстояния цепной лебедки или даже положения автоматического осветительного оборудования на опорах ферм с главной решеткой. В зависимости от высоты основных конструкций места проведения шоу, высота крюка определит точку крепления в нижней части стропа.

Высота кромки

Этот термин взят из театральной сферы и обозначает высоту, на которой осветительное оборудование закрывается с помощью занавеса из черной ткани. В большинстве случаев это будет вертикальное расстояние между конкретной частью предмета (фермой, установленной деталью, РА-кластером) и полом места проведения мероприятия. Инженеры-осветители чаще всего называют этим термином нижнюю часть фермы (или штанкет в театре) относительно поверхности сцены, а не пола места проведения мероприятия. У аудиоинженеров может быть другой взгляд: одни называют так акустические системы в кластерной или линейной компоновке, другие — пространство между нижними кабинетами и полом места проведения мероприятия, которое будет занимать аудитория. Декораторы чаще всего называют так высоту самых нижних частей художественного оформления сцены, которые должны находиться на расстоянии от театральной сцены или пола студии, чтобы быть скрытыми за барьером (горизонтальный черной тканью) или отводиться из поля зрения для съемки камерой.

Тяжелажнику необходимо получить нужную информацию для безопасного и эффективного выполнения подготовки, планирования и проведения шоу ему следует проверить эти справочные данные по высоте кромки с проектировщиком, для которого он устанавливает оборудование.

Высота фермы

Очень часто этот термин не имеет ничего общего с операцией подъема, а относится только к профилю фермы в поперечном сечении: типы ферм Х и Н30V имеют высоту фермы 30 см, а S66V имеет высоту фермы 66 см.

Примечание 1:

В редких случаях термин «высота фермы» может использоваться для верхней или нижней стороны фермы в поднятом положении, т.е. в значении, близком к значению термина «высота кромки». Даже в этом случае если верхние или нижние пояса не указаны, это может привести к тому, что столб с наземной опорой будет на 1 м ниже (если планируется использование ферм типов S100F или B100).

Примечание 2:

Термин «высота кромки» также используется в автомобильной отрасли для обозначения зазора между землей и любой из частей днища автомобиля. В этом случае этот термин определяется как «дорожный просвет».

Клиренс

Общий термин, обозначающий свободное расстояние между полом (сцены) и самыми нижними частями главной опорной конструкции. Более точными были бы термины «зазор сцены», «расстояние до земли» или «расстояние от пола до земли».

Примечание 1:

Такие производители, как Prolyte, предоставляют информацию/данные о «клиренсе» как расстоянии от «основания» пола места проведения мероприятия до нижней стороны кровельных ферм, поскольку цель использования, а также высота возможной сцены неизвестны. Для производителей уличных крыш более популярный термин — «расстояние до земли»



Фото: крыша LT, Фабрика Aku's, Финляндия

Примечание:

В театрах «зазором» может называться расстояние от пола сцены до нижней стороны штанкетов.

Высота крыши

Это выражение также используется, по меньшей мере, двумя способами:

- как расстояние между полом места проведения мероприятия и самыми и нижними частями главной опорной конструкции, также называется «высотой балки» и поэтому почти синонимично «клиренсу».
- как расстояние между самыми низкими и самыми высокими частями главных опорных конструкций, также называется «конструктивной высотой крыши».

Примечание:

Инженеры-строители измеряют высоту от фиксированного центра поперечного сечения, тогда как такелажники скорее считают внешние расстояния. Последнее измерение важно для отделения крюка цепи от нижней балки, если балка верхнего пояса обернута. Цепи должна иметь возможность свободно вращаться и наклоняться, при этом нагрузки крюка на фланец нижней консоли следует всячески избегать.

Высота стропа

Вертикальное расстояние от верхнего края крюка (см. «высота крюка») до места в конструкции, в котором фиксируются точки крепления.

Примечание:

Высота стропа важна, потому что в сочетании с горизонтальным расстоянием до точек крепления главной конструкции длина строповочных опор может быть рассчитана по теореме Пифагора.

A black and white photograph of construction workers on a large-scale steel truss structure. In the foreground, a worker in a striped shirt and hard hat is reaching up towards a vertical steel beam. Other workers are visible in the background, some on the structure and one on the ground. The sky is overcast with mountains in the distance.

Кровельные и наружные конструкции Prolyte

Фото: Крыши XXL, PROmontaje, Венесуэла

3.1 ВВЕДЕНИЕ

Временные наружные конструкции широко используются в самых разных условиях и обстоятельствах. Временные наружные конструкции Prolyte позволяют создать временную крышу над мобильной сценой. Эта крыша или временная конструкция служит двум основным целям:

- создание укрытия от воздействия окружающей среды на людей и оборудование
- создание опорной конструкции для повсеместно используемого оборудования, такого как освещение, звуковые системы и сценическое оборудование.

Определение:

Когда в этом тексте употребляется термин «клиент», он обозначает ряд сторон, участвующих в использовании, сдаче в аренду, аренде и возведении конструкции, в зависимости от ее назначения, а также в ее использовании и ответственности за упомянутые в тексте действия.

3.2 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ОБЯЗАННОСТЕЙ

Общие сведения

Общие требования в отношении охраны здоровья и безопасности применительно к разборным конструкциям не отличаются от требований для стационарных конструкций: разборная конструкция не должна представлять рисков для здоровья и безопасности тех, кто ею пользуется или привлекается к ее возведению, техническому обслуживанию или демонтажу.

Обязанности клиентов, владельцев места проведения мероприятия и его организаторов

Главная ответственность за безопасность людей, посещающих мероприятие, и пользователей временных разборных конструкций возлагается на клиента. Клиент не может передавать свою ответственность за безопасность третьим лицам. Клиент должен обеспечить, чтобы к проектированию, поставке и возведению временных разборных конструкций привлекались компетентные специалисты. Клиент отвечает за обеспечение безопасности пользователей временных разборных конструкций посредством управления и контроля за пользователями до, во время и после мероприятия.

Обязанности клиента:

- Проверять соблюдение действующих требований по безопасности.
- Проверять предоставление подрядчиком строительных чертежей и соответствующих расчетов, информации о расчетной нагрузке и других соответствующих результатах испытаний.
- Назначить компетентное лицо для получения рекомендации, когда необходимый технический опыт отсутствует.
- Предоставить органам власти надлежащее уведомление о предполагаемом использовании конструкции и времени, когда она будет доступна для проведения осмотра.
- Ввести процедуры работы при экстремальных погодных условиях во время мероприятия, включая сильный ветер и дождь.
- Письменные проекты организации строительства для монтажа и демонтажа, включая методы ровной установки на грунте, должны быть подготовлены подрядчиком и переданы клиенту для последующей передачи всем соответствующим лицам, включая, при необходимости, местные органы власти.

Обязанности проектировщиков и подрядчиков

- Оценка всех соответствующих сценариев для учета рисков несчастных случаев.
- Оценка рисков должна выполняться в любом случае.
- Предоставление сертификатов квалификации.
- Выполнение полных и независимых проверок компетентным лицом после возведения конструкции.

3.3 ОПАСНОСТИ И РИСКИ, СВЯЗАННЫЕ С РАЗБОРНЫМИ КОНСТРУКЦИЯМИ

Опасности

Публика ожидает безопасности в своем повседневном окружении и не принимает во внимание возможные риски. Опасности обычно определяются как обстоятельства, которые могут нанести ущерб. Риск определяется как вероятность наступления опасности. Процесс оценки опасностей и рисков связан с вопросами: что, если ...? насколько вероятно, что...? Каковы возможные последствия...?

Опасности во время монтажа и демонтажа

Опасности, возникающие при монтаже, могут быть связаны с такими причинами, как человеческий фактор, временные ограничения, недостаточное освещение, уставшие сотрудники и отказы оборудования. Невыявленные опасности могут представлять угрозу как для сотрудников, занимающихся возведением конструкций, так и для пользователей. Кроме того, опасности могут возникать во время демонтажа. Основные угрозы безопасности во время монтажа и демонтажа:

- Несоблюдение проектной и монтажной документации.
- Несоблюдение передовых методов работы.
- Сбой питания или оборудования.
- Внешнее событие, например пожар, взрыв, наезд автомобиля, ветер, снег, землетрясение.
- Падение с высоты.

Опасности эксплуатации

После завершения монтажа и передачи объекта пользователям возникает другой спектр опасностей. Если объект спроектирован и возведен правильно, такие опасности обычно будут результатом внешних факторов. Предварительное планирование на всех этапах позволит свести их воздействие к минимуму.

Главные опасности при эксплуатации:

Конструктивные:

- Перегрузка, конструктивный отказ или разрушение.

Воздействие среды:

- Экстремальные внешние условия, такие как наводнение, ветер, снег, землетрясение, молния.
- Повреждения конструкции по любой причине.

Поведение толпы:

- Чрезмерная скученность людей.
- Вандализм либо насилиственное (уголовное) поведение
- Возбуждение, демонстрации или волнение толпы; пожар или взрыв
- Сбой питания, который приводит к отказам систем.
- Разливы опасных материалов.
- Экстренные медицинские ситуации.
- Несчастные случаи.

Оценка рисков

Все работодатели должны выполнять оценку для выявления опасностей и рисков, возникающих при выполнении работ, которые могут привести к травмам сотрудников или публики. Самозанятые подрядчики также должны выполнять оценку своих рабочих методов. При внесении существенных изменений в рабочие процедуры эти проверки необходимо повторять.

Риски, связанные с любой данной опасностью, зависят от множества факторов:

- Вероятность несчастного случая и его последствий.
- Эффективность мер защиты от опасностей и контроля несчастных случаев.
- Непосредственные последствия в случае несчастного случая и его последующие косвенные последствия.

3.4 ПОСТАВКА И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Спецификация требований

Клиент должен предоставить подрядчику разборной конструкции письменную техническую спецификацию требований.

Проверочный список необходимой информации

Предоставленная клиентом информация может включать, помимо прочего, следующие данные:

- Место проведения мероприятия и размещение разборной конструкции на объекте.
- Тип и информация о событии (т.е. спортивное состязание, театральное представление, фестиваль, конференция, концерт).
- Программа поставки конструкции, т.е. необходимая дата поставки, дата, в которую конструктивные расчеты и чертежи должны быть предоставлены для комментариев, график возведения и ограничения времени работы.
- Необходимый тип конструкции, т.е. трибуна, павильон, сцена; с крышей или без нее.
- Размер и масса оборудования, которое должно располагаться на сцене и крыше (там, где необходимо).
- Необходимые данные для приспособлений на и внутри конструкции, например, площадь пола, число мест, линия видимости между зрителями и сценой, доступ к конструкции сцены.

- Общедоступные подходы к объекту; время эвакуации публики во время мероприятия.
- Доступ к объекту для монтажа и демонтажа.
- Условия грунта, например, плоская или неровная поверхность, бетонная площадка, мягкий грунт
- Контакты с контрольными органами (строительный контроль, экологический надзор, пожарная охрана) для подтверждения выполнения лицензионных и разрешительных требований.
- Факторы пожароопасности.

Проверочный список для руководства

- Следующие требования должны помочь в обеспечении эффективности и безопасности при поставке и использовании временных разборных конструкций:
- Ответственность за проектирование и возведение конструкции и ее фундаментов возлагается на подрядчика. Монтаж и демонтаж должны выполнять лица, прошедшие соответствующее обучение и имеющие подходящий опыт. Конструктивные расчеты и чертежи или утверждение типа вместе с результатами независимой проверки проекта должны передаваться клиенту или его агенту.
 - Конструкция должна быть разработана компетентными специалистами на основе общепринятых инженерных принципов в соответствии со всеми применимыми стандартами и нормативными документами, а также спецификационными требованиями.
 - Любое изменение должно проходить дополнительную независимую проверку проекта.
 - Подрядчик и организатор мероприятия должны иметь подтверждение страхового покрытия гражданской ответственности.
 - Конструкция и ее основания по мере необходимости должны быть защищены от вертикального перемещения.
 - После возведения конструкция должна проходить документируемые проверки монтажа, которые должны проводить компетентные лица.
 - Конструкция должна всегда поддерживаться в пригодном для использования состоянии.
 - Клиент должен проводить периодические осмотры или организовать их проведение другими, а также требовать от подрядчика или другого компетентного лица выполнения соответствующего ремонта и необходимого устранения неисправностей.

Соблюдение предписаний

На клиента в любом случае возлагается ответственность за обращение в контрольный орган для информирования его о предложении возвести временную конструкцию и получения консультаций в отношении действующих требований, сертификатов, лицензий и разрешений, а также возможных особых местных предписаний. Если для проведения мероприятия требуется лицензирование, контрольный орган проверит расчеты и чертежи. При обращении за лицензией на проведение мероприятия клиент должен уведомить контрольный орган о том, какие подрядчики будут выполнять поставку конструкции. Затем контрольный орган обратится к клиенту за необходимой технической информацией. Клиент должен заблаговременно перед началом возведения предоставить всю техническую информацию, за прашиваемую контрольным органом. Контрольные органы должны предоставить свои замечания по проекту в приемлемые сроки до начала возведения, чтобы у подрядчика было время на устранение любых возможных проблем. Это ключевое требование для подготовки оценки рисков и плана выполнения работ. Проектная документация и техническая информация должны, как правило, предоставляться не позднее, чем за 14 дней перед началом возведения, а контрольный орган должен ответить не позднее, чем за 7 дней перед началом возведения. Однако из-за своей специфики временные конструкции часто должныставляться за очень небольшое время перед мероприятием. Вполне распространенным является проведение всей процедуры направления запроса, размещения заказа, возведения конструкции, проведения мероприятия и очистки объекта менее чем за неделю.

Кроме того, контрольный орган может по своему усмотрению проводить осмотр конструкции во время и/или после возведения для проверки ее соответствия утвержденным деталям, отсутствия заграждений на выходах, а также (насколько это целесообразно) отсутствия возможностей для злоупотреблений со стороны публики.



| ШКАЛА БОФОРТА | | | | | | |
|------------------------------|---------------------------------------|------------------------|--------------------------|---|---------------------|---|
| СИЛА ВЕТРА [БОФОРТ] | СКОРОСТЬ ВЕТРА [м/с ²] | Скорость ветра км/ч | Скорость ветра миль/ч | Давление ветра Q [кПа/м ²] | описание | действие ветра на суще |
| 0 | 0-0.2 | 0-0.7 | 0-0.43 | ≈ 0 | Штиль | Дым поднимается вертикально |
| 1 | 0.3-1.5 | 0.8-5.4 | 0.5-3.36 | ≤ 0.001 | Очень легкий | Направление ветра заметно по относку дыма, но не по флагу |
| 2 | 1.6-3.3 | 5.5-11.8 | 3.37-7.33 | ≤ 0.007 | Легкий ветер | Ощущается на лице, листья деревьев шелестят, обычный флагер приходит в движение |
| 3 | 3.4-5.4 | 11.9-19.4 | 7.34-12.05 | ≤ 0.02 | Слабый ветер | Листья и небольшие веточки постоянно движутся, ветер растирает легкий флаг |
| 4 | 5.5-7.9 | 19.5-28.4 | 12.06-17.65 | ≤ 0.04 | Умеренный ветер | Ветер поднимает пыль и мусор, небольшие ветви движутся |
| 5 | 8.0-10.7 | 28.5-38.5 | 17.66-23.92 | ≤ 0.07 | Свежий ветер | Покачиваются небольшие лиственные деревья |
| 6 | 10.8-13.8 | 28.6-49.7 | 23.93-30.88 | ≤ 0.12 | Сильный ветер | Большие ветви качаются, телеграфные провода гудят |
| 7 | 13.9-17.1 | 49.8-61.6 | 30.89-38.28 | ≤ 0.18 | Крепкий ветер | Крупные деревья качаются, идет и против ветра неудобно |
| 8 | 17.2-20.7 | 61.7-74.5 | 38.29-46.29 | ≤ 0.27 | Очень крепкий ветер | Ветки деревьев ломаются, трудно идти против ветра |
| 9 | 20.8-24.4 | 74.6-87.8 | 46.30-54.56 | ≤ 0.37 | Шторм | Небольшие повреждения конструкций, черепица и шифер отлетают |
| 10 | 24.5-28.4 | 87.9-102.0 | 54.57-63.38 | ≤ 0.50 | Сильный шторм | Значительные разрушения строений |
| | 28.3 | | | 0.50 | | |
| 11 | 28.5-32.6 | 102.1-117.4 | 63.39-72.95 | ≤ 0.67 | Жесткий шторм | Опустошения |
| | 35.8 | | | 0.80 | | |
| 12 | 32.7-36.9 | 117.5-132.8 | 72.96-82.52 | ≤ 0.85 | Ураган | Опустошения |
| ≈ 13 | 42.0 | 151.2 | 94 | 1.10 | | |
| ≈ 14 | 45.6 | 164.16 | 102 | 1.30 | | |
| $V [м/с^2] = V [м/мч] / 3.6$ | | | | $q [кПа/м^2] = V^2 / 1600$ | | |
| Скорость ветра | | | | | | |

3.5 ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Контроль во время мероприятия

Ключевые аспекты, которые необходимо учитывать при планировании контроля во время мероприятия, включают следующие меры:

- Координатор по безопасности должен следить за проведением мероприятия и принимать необходимые меры для обеспечения использования разборных конструкций в соответствии с планом и предотвращения угроз безопасности.
- Пользователи не должны допускаться к разборной конструкции до тех пор, пока координатор не будет удовлетворен качеством монтажа, а все проектные критерии не будут полностью соблюдены.
- Во время использования конструктивные элементы, образующие любую из частей временной разборной конструкции, удаляться не должны.
- Должны соблюдаться количество и схема размещения пользователей, для которых предназначена конструкция.
- Клиент должен назначить для каждой конструкции достаточное число охранников для обеспечения безопасности зрителей.

Электрические установки и молниезащита

Электрические установки во временных конструкциях должны быть надлежащим образом заземлены в соответствии с действующими стандартами. Следует учитывать степень подверженности опасности и вероятный риск молнии и, где необходимо, необходимо выполнять уравнивание потенциалов или заземление самой конструкции. За рекомендациями по заземлению и молниезащите следует обращаться к электроинженеру. В системах наземной опоры основная решетка часто изолирована от столбов посредством использования пластиковых или резиновых роликов в каретках.

Поэтому главная решетка должна заземляться отдельно.

3.6 УСЛОВИЯ ГРУНТА И ОБЪЕКТА

Допустимое опорное давление на грунт — это давление, которое может безопасно прилагаться к грунту. Допустимое опорное давление в значительной степени определяется типом и устойчивостью почвы. Особое внимание следует уделять следующим ситуациям:

- Состояние грунта после сильного дождя
- Замерзшие или высокие поверхности.
- налогичные бетонированные площадки, толщина и тип опорного материала имеют критически важное значение для способности поверхности служить опорой для нагрузки.

Деревянные подкладки

Обычный метод опирания временных разборных конструкций состоит в размещении деревянных подкладок на грунт и последующем использовании винтовых домкратов для выравнивания конструкции лесов. Иногда для временных разборных конструкций используются специальные особо прочные опорные плиты; они больше, жестче и прочнее традиционных лесов.

Как показывает опыт, деревянные подкладки могут укладываться непосредственно на траву, под которой находится грунт приемлемой несущей способности. Однако, когда конструкции размещаются на травяных склонах, следует снять дерн/поверхностный слой почвы для обеспечения горизонтальной несущей способности под распоркой. Опорные пластины и подкладки должны быть рассчитаны инженером — их размер и схему размещения нельзя отдавать на волю случая. Подготовленные проектные расчеты должны показывать, как нагрузки на опоры передаются на грунт. Как показывает опыт, использование настильных досок лесов или шпаловых подкладок, как правильно, оказывается удовлетворительным. Следует предполагать, что концентрированные нагрузки на подкладки/ опорные плиты распространяются через деревянную распорку в соотношении 2 горизонтальных к 1 вертикальной вдоль торца и в соотношении 1 к 1 поперек торца, если иное не следует из расчетов. При больших нагрузках на опоры может потребоваться решетка деревянных подкладок. Подрядчик должен осматривать плиты на отсутствие повреждений перед каждым использованием. Они должны располагаться под нагрузкой по центру, если иное не указано в проектной документации. Несоблюдение этого требования может привести к тому, что напряжение смятия будет намного превышать рассчитанные значения, что приведет к локальному перенапряжению грунта и недопустимому неравномерному оседанию конструкции.

Грунтовые анкеры

Предлагается несколько типов грунтовых анкеров собственной разработки. Производители грунтовых анкеров обычно предоставляют данные о безопасных рабочих нагрузках для различных типов почвы. Следует отметить, что эти допустимые нагрузки сильно варьируются. Грунтовые анкеры должны проектироваться компетентным лицом и устанавливаться в соответствии с инструкциями и рекомендациями производителя.



Фото: Крыша XXL, PROmontaje, Венесуэла

С точной установкой грунтовых анкеров могут возникать затруднения. Это может привести к эксцентризитетам и изгибающим моментам в конструкции или в основаниях, которые необходимо учесть в проекте.

Наклонный грунт

В общем случае не рекомендуется строить временные конструкции, такие как кровельные системы, на неровных грунтах ввиду того, что это может привести к масштабным сложностям при возведении, а также неустойчивости конструкции во время возведения и/или демонтажа. В случае наклонного или неровного склона необходимо будет выровнять грунт или возвести конструкцию, которая может быть скорректирована с учетом неровности.

В случае неровного грунта, когда основания конструкции не могут устанавливаться под углом, необходима подготовка ровного основания. Это может быть сделано путем вырезки ступенек в грунте или укладки деревянных брусков на склон в виде деревянных блоков, соответствующих склону, с фиксацией к брускам для образования отдельных оснований для каждой стойки.

3.7 ВЕТЕР

Влияние ветра на временную разборную конструкцию — одна из главных опасностей. Поэтому первоочередное значение имеет принятие мер, указанных в отчете о статических нагрузках. Связанное с нехваткой квалификации отсутствие балласта, проволочных тросов и других конструктивных частей может иметь серьезные последствия для безопасности всех привлеченных людей. Поэтому при использовании временной разборной конструкции рекомендуется ежедневно обращаться к местным сводкам погоды и/или соответствующим веб-сайтам и принимать необходимые меры предосторожности. Допускается снижение ветровых нагрузок на временные разборные конструкции, если козырьки и сетчатые занавесы можно убрать в кратчайшие сроки (видимо, 10–15 минут — это нормально). Как правило, такие меры предосторожности необходимы при скорости ветра более 20 м/с/74 км/ч/46 миль/ч. Скорость ветра должна измеряться на высоте 10 м над уровнем грунта или, по крайней мере, на самой высокой точке конструкции.

Использование сетчатых занавесов

Использование проницаемых сетчатых занавесов для каждой конструкции под открытым небом требует особого внимания. Очень часто проницаемость выражается в процентах к светопропусканию.

Следует отметить, что проницаемость — это не то же самое, что ветропроницаемость. Проницаемость можно определить по показателю аэродинамического сопротивления c_f , который должен указываться на поставляемых сетчатых занавесах. Этот показатель определяется типом ткани, конструкцией занавеса и размером отверстий. На практике это означает, что сетчатый занавес может выглядеть открытым, но фактически он будет преграждать ветру путь. Для акустических крыльев для звукового оборудования представляются специальные акустические сетчатые занавесы. Большинство «обычных» сетчатых занавесов, существенно деформируют звук, потому что пропускают ветер.

3.8 МОНТАЖ, ОСМОТР И ДЕМОНТАЖ

Подготовка

Ключевые этапы монтажа временных разборных конструкций должны определяться в процессе проектирования. Для обеспечения до статочной защиты от переворачивания во время возведения может потребоваться временное крепление подпорками и/или растяжками; о таких требованиях следует в полной мере проинформировать работников объекта.

Безопасность на рабочем объекте

Конструкция должна возводиться безопасно в соответствии с руководствами и чертежами. Все противовесы, временные растяжки и другие средства временного опиравания, определенные в руководстве, должны устанавливаться надлежащим образом для обеспечения безопасности сотрудников. Все высотные работы должны проходить полную оценку и выполняться в соответствии с местными или международными требованиями. Следует следить за тем, чтобы подходящие компоненты использовались в подходящем месте и с подходящей ориентацией. Все компоненты должны быть тщательно выровнены. Они не должны изгибаться, искривляться или иным образом изменяться для обеспечения напряженной посадки. Особое внимание должно уделяться легкости соединений. Момент затяжки болтов и других соединителей должен соответствовать рекомендациям производителя. Следует позаботиться о том, чтобы все необходимые стяжки и связи были установлены правильно. Изменения проекта на объекте не должны выполняться без утверждения проектировщика.

Тросовые растяжки и соединения

Все необходимые тросовые растяжки должны монтироваться по мере сборки.

Тросовые растяжки должны быть скомпонованы таким образом, чтобы обеспечивать устойчивость на всех этапах монтажа. Должна выполняться проверка выполнения всех необходимых соединений и отсутствия напряжений в соединительных компонентах. Локальная неустойчивость, которая может угрожать всей конструкции во время нагрузки, может возникнуть из-за отсутствия или недостаточной затяжки даже одного болта. Необходим постоянный акцент на приоритете внимания ко всем деталям.

Безопасность сотрудников

Рекомендуется соблюдение сотрудниками, привлеченными к процессу возведения, всех инструкций по технике безопасности. Там, где необходимо, должны использоваться СИЗ, включая оборудование для страховки от падения. В проекте должны быть определены подходящие точки крепления.

Осмотр конструкций

Осмотр играет важную роль для обеспечения безопасности и целостности разборной конструкции. Осмотры необходимы на различных этапах и ответственность по их проведению, как правило, несет подрядчик. Кроме того, осмотры могут проводиться клиентом, координатором по безопасности и местными органами власти. Подрядчик должен проводить регулярные осмотры во время монтажа для проверки проектных допущений и соблюдения предоставленной документации при выполнении работ. Первоначальный осмотр должен быть ориентирован на схему расположения и подготовку объекта. В рамках последующих осмотров необходимо проверять ориентацию и расположение компонентов, особенно связующих элементов, использование временных опор и установку подходящих соединителей, стыков и крепежа. Все работы по осмотру должны документироваться. Особое внимание должно уделяться мерам по устранению неисправностей, которые определены как необходимые, и датам проведения такой работы. Подрядчик должен выполнять работу по устранению неисправностей, признанной необходимой по результатам таких осмотров, если он не может предоставить документальных свидетельств того, что сложившаяся при возведении ситуация является безопасной.

Местные власти

Когда требуется получение лицензии местного контрольного органа, инспектору контрольного органа должен быть предоставлен весь пакет документации на сборку временной конструкции при этом он может проводить осмотр на любом этапе.

В ходе такого осмотра особое внимание уделяется подготовке объекта и полноте выполнения сборки конструкции. Инспектор может также потребовать копии официальной документации по предыдущим инспекциям.

Проверка монтажа

После монтажа конструкция должна пройти проверку возведения, которую должно провести компетентное лицо. После осмотра должна проводиться систематическая локальная проверка всей конструкции.

Чертеж и проверочный список должны всегда быть под рукой. В ходе осмотра должно быть проверено, что:

- Схема размещения соответствует необходимым допускам.
- Основания являются достаточными, имеют небольшую вероятность внешних воздействий, они и нижняя часть опорной конструкции не будут повреждены посторонним вмешательством, несчастным случаем, дорожным происшествием, эрозией, размывом или любым другим фактором.
- Имеются подходящие опорные плиты/ подкладки, надлежащим образом выровненные и при необходимости имеющие достаточное сопротивление.
- Опорные плиты/подкладки надлежащим образом укладываются без недопустимой осадки.
- Элементы правильно размещаются и соединяются.
- Не превышаются установленные пределы расширения регулируемых компонентов.
- Все необходимые компоненты, включая пины, болты, гайки, зажимы и т.д. — правильного типа, правильно устанавливаются и фиксируются
- Настил, сиденья и перила правильно установлены и зафиксированы.
- Работа с конструкцией сама по себе непредставляет опасности и не создает не предусмотренных в проекте нагрузок
- После удовлетворительного завершения осмотра клиент должен быть проинформирован об этом, что должно быть подтверждено в письменной форме.
- После завершения монтажа и осмотра конструкция должна быть защищена от вандализма.

Необходимо принять меры для предотвращения несанкционированного доступа под временную конструкцию. Рекомендуется проводить осмотры каждой используемой конструкции и компетентным лицом с частотой, зависящей от характера мероприятия.

Если конструкция эксплуатируется в течение длительного периода времени (например, для серии концертов на фестивале), она должна проходить осмотр перед каждым использованием.

Демонтаж

Процесс демонтажа временной разборной конструкции важен, поскольку его компоненты могут быть использованы повторно. Следует соблюдать осторожность для обеспечения безопасности группы по демонтажу и других людей, находящихся вблизи. Во время демонтажа следует использовать временные крепления для поддерживания конструкции. Это позволит предотвратить деформации, изгибы и перенапряжения компонентов во время демонтажа. Незначительные повреждения конструкции, которые могут появиться во время ее обслуживания, и поврежденные детали должны четко обозначаться заранее для облегчения их идентификации при демонтаже.

Во время демонтажа подрядчик должен проверить все компоненты на наличие признаков износа, деформаций и других повреждений. Поврежденные или временно починенные компоненты должны быть отложены для отбраковки или проведения постоянного ремонта вне конструкции.



Осмотр компонентов

Повторное использование временных разборных конструкций неизбежно приводит к их общему износу, повреждению и искривлению, которые могут возникнуть в процессе перемещения, транспортировки, монтажа и демонтажа. Подрядчик должен регулярно проводить осмотр всех компонентов, используемых во временных разборных конструкциях — включая как крепления, так и компоненты самой конструкции — на наличие признаков износа, деформаций или других повреждений. Такие осмотры следует проводить на следующих этапах:

- Во время распределения на складе.
- После доставки на место установки или во время разгрузки.
- Во время монтажа.
- Во время использования.
- Во время демонтажа.
- После возвращения на склад.

Типичные повреждения охватывают:

Трубы и предварительно собранные компоненты:

- Коррозия, трещины, деформации, сморщивание, расколотые концы, неплоские или неквадратные концы, целостность сварки.

Разъемы, соединители, фитинги:

- Деформация, искажение, повреждение резьбы.

Обращайтесь к конкретным критериям отбраковки для компонентов, предоставляемых заводом изготовителем.

3.9 ИДЕНТИФИКАЦИЯ

Компоненты структуры

Все фермы, столбы и компоненты компании Prolyte имеют индивидуальные обозначения, их можно идентифицировать с помощью паспортных табличек.

Убедитесь, что эти наклейки находятся на продукте.

Ознакомьтесь с рисунками, указывающими, где данный компонент должен находиться в собранной конструкции.

Тенты

Тенты компании Prolyte, как правило, изготавливаются из огнестойкого ПВХ. Идентификационные знаки штампуются на материале и печатаются на этикетке. Сертификаты для разных стран доступны по запросу.

3.10 МОНТАЖ

Тент

Следует избегать перенатяжения, поскольку это снижает срок службы тента резко и может привести к чрезмерному напряжению в основной сетке ферм.

Балласт

Балласт — это дополнительный вес, который необходим для удержания конструкции на месте и защиты от сил и порывов ветра, скольжения и других опасностей.

Необходимый противовес может быть разным для разных столбов. Общее количество необходимого балласта можно найти в структурном анализе.

С учетом разных способов применения балласта, а также местных правовых ограничений, на чертежах не показаны определенные типы балластов.

Однако применение противовеса на основании столбов имеет существенное значение для обеспечения устойчивости и безопасности системы, особенно в экстремальных климатических условиях (ветры!). Масса промежуточных или объединенных конструкций или сцен может вычитаться из общей необходимой загрузки балласта при условии, что сцена способна выдержать горизонтальные силы, указанные в структурном анализе. Сцена должна действовать как одна прочная платформа — это означает, что целая сцена должна приподниматься при поднятии за один угол. Соответствие этим требованиям должно проверяться поставщиком сцены.

Подъем

Целостность временных разборных конструкций гарантируется, только когда они построены полностью, т.е. когда укреплены все тросовые растяжки и присоединен балласт. Целостность меняется во время поднятия и опускания конструкции! Следует помнить об этом всегда. Как правило, конструкции Prolyte можно поднимать и опускать при максимальной силе ветра 7,9 м/с (28,4 км/ч).



Во время подъема конструкции один сотрудник должен отвечать за выполнение подъема, а другой должен следить за подъемом во всех точках. Следует убедиться, что видимость является хорошей все время. Следует обеспечить соответствующую грузоподъемность подъемного устройства. Мы рекомендуем сохранить, по крайней мере, 25% запас по грузоподъемности. Неравномерный подъем, трение вызванное каретками и неравномерное распределение веса могут привести к более высоким нагрузкам, чем те, которые предусмотрены.

Использование лебедок/подъемников

Убедитесь в том, чтобы трос лебедки аккуратно наматывался ровными соседними витками на барабан, так как скрещивание тросов приводит к серьезным повреждениям и износу. Повреждение стальных тросов может привести к разрыву провода, жилы или даже целого кабеля и, тем самым, к падению каретки и риску повреждения имущества, травмы или даже смерти. При использовании цепной лебедки следует убедиться, что цепи все время свободны от изгибов. Убедитесь, что во всех точках подъем выполняется ровно и с одинаковой скоростью. Промежуточные проверки и остановки могут быть необходимы для предотвращения неравномерного подъема целой конструкции.

3.11 ОСМОТР

Общие сведения

Компания Prolyte поощряет выполнение тщательно документированных осмотров компетентным лицом, по крайней мере раз в год или чаще, если этого требуют обстоятельства или интенсивность использования. Основная ответственность за безопасное использование всех временных разборных конструкций лежит на самом клиенте!

Уровни осмотра

Как новые, так и подержанные модули ферм должны пройти осмотр при приобретении. (первоначальная инспекция). Следует выполнять регулярные визуальные осмотры и вести документацию соответствия. Кроме того, периодические осмотры должны проводиться компетентным лицом перед каждым использованием по крайней мере один раз в год или в соответствии с установленным квалифицированным специалистом планом осмотров.

Фермы, потерпевшие случайные повреждения, должны проходить осмотр в соответствии с требованиями для периодических осмотров.

Постоянные конструкции

Следует выполнять периодические осмотры всех модулей ферм, которые установлены в стационарных (неподвижных) конфигурациях. Частота осмотров должна определяться на основании существующих условий. В случае модулей ферм, установленных в постоянных конфигурациях, в которых движение системы ферм является неотъемлемой частью применения, периодические осмотры проводятся специалистом каждые три месяца, или в соответствии с установленным графиком обычных осмотров.

Документация

Владелец должен вести документацию соответствия для начального и периодических осмотров каждого модуля фермы, которые должны быть подписаны инспектором с указанием даты.

Ремонт и выведение из обслуживания

Фермы, в которых какие-нибудь части показывают значительные видимые повреждения или предположительно содержат поврежденные элементы (видимые или нет), должны выводиться из обслуживания и соответственно обозначаться. Оценка фермы должна быть проведена квалифицированным специалистом. Любые модули, содержащие повреждения, считающиеся не подлежащими ремонту, должны быть необратимо выведены из обслуживания. Ремонты должны проводиться и гарантироваться либо производителем или квалифицированным специалистом.

Стальные тросы и цепи

Критерии осмотров и инструкции по обслуживанию подъемников, лебедок и другого тяжелого оборудования приведены в соответствующих руководствах. Перемещение людей обычно выполняется с помощью лифтов, эскалаторов, рабочих подъемников и подъемных платформ. Первые два варианта предназначены для крупных машин, открытых для общего доступа. Последние два варианта можно определить как рабочее оборудование для выбранной группы обученных людей. Оба вида приспособлений регулируются рядом требований и предписаний по безопасности, четко определенных законодательством.

Выступления людей в воздухе



Фото: Space Roof, Interstage, Концерт на море, Нидерланды

Однако если речь идет о выступлениях людей в воздухе, вряд ли на свете есть страна, которая имеет четко определенные предписания по этому поводу. Для таких специальных эффектов (используемых в кино, телевидении и театре) в индустрии развлечений разработаны специальные полётные системы. Несмотря на это, данный способ перемещения людей исключен из Директивы по машинному оборудованию (2006/42/EC).

В случае лиц, поднимаемых с помощью устройств, первоначально не предназначенных для этой цели, требования Директивы о машинном оборудовании однозначны: коэффициент запаса прочности следует удвоить. Обычно это означает увеличение коэффициента запаса прочности с 5 до 10 или уменьшение номинальной нагрузки (WLL) x 0,5.

Такое доказательство может быть предоставлено производителем, например, в форме конструктивных испытаний TÜV и последующей маркировки ферм.

Компания Prolyte проводит конструктивные испытания для всех типов ферм. Воздушным артистам необходимы очень подробные и специализированные знания. Мы настоятельно рекомендуем привлекать только те компании, которые специализируются в таком рода проектах.

Кроме того, технический специалист должен провести тщательную проверку всех компонентов полётных систем и задокументировать результаты этих испытаний. Перед началом эксплуатации такой системы следует выполнить испытания на перегрузку и провести приемочные испытания. Следует выполнить оценку рисков и документировать опасности для людей и меры по их предотвращению. Кроме того, должен быть подготовлен практически реализуемый план действий в экстренной ситуации (например, в случае отключения питания).

Мы настоятельно рекомендуем пользоваться нидерландским кодексом отраслевой практики NRP 8020-11 "Manual Driven Performer Flying systems" («Полётные системы с ручным управлением»).

| КОЭФФИЦИЕНТ ЗАПАСА ПРОЧНОСТИ | СТАТИЧЕСКАЯ НАГРУЗКА ПОД ГРУЗОМ НЕТ ЛЮДЕЙ | СТАТИЧЕСКАЯ НАГРУЗКА ЛЮДИ ПОД ГРУЗОМ | ДИНАМИЧЕСКАЯ НАГРУЗКА ЛЮДИ ПОД ГРУЗОМ | СТАТИЧЕСКАЯ НАГРУЗКА ЛЮДИ НАХОДЯТСЯ НА ГРУЗЕ ИЛИ ПРИКРЕПЛЕНЫ К НЕЙ(А) | ДИНАМИЧЕСКАЯ НАГРУЗКА ЛЮДИ НАХОДЯТСЯ НА ГРУЗЕ ИЛИ ПРИКРЕПЛЕНЫ К НЕЙ(А) |
|---|---|--------------------------------------|---------------------------------------|---|--|
| | | | | | |
| НОМИНАЛЬНАЯ НАГРУЗКА | ✓ | | | | |
| 0,5 Х НОМИНАЛЬНАЯ НАГРУЗКА ИЛИ ЭКВИВАЛЕНТНЫЙ ВТОРИЧНЫЙ ПОДВЕС | | ✓ | ✓ | ✓ _(b) | ✓ |

- A) Примеры: Фокусировка света с фермы, использование сидений или платформ со следящими прожекторами для технического оборудования
- B) Людям, находящимся на грузе, необходимо принимать меры предосторожности, во избежание падения с высоты. NB: Следует учитывать последствия статической нагрузки в результате восхождения по конструкции или поглощения сил системы страховки от падения (EN 795)
- C) Примеры: балет, представление на подъемной платформе, полётные системы, рабочие платформы

Средства индивидуальной защиты в индустрии развлечений



Фото: Mammoth Ground Support, проект NeuroT
NeuroTech в Китае, КитайНидерланды

5. СРЕДСТВА ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ В ИНДУСТРИИ РАЗВЛЕЧЕНИЙ

Находясь в рабочей среде, сотрудники обязаны пользоваться средствами индивидуальной защиты (СИЗ). Ошибочным является мнение о том, что пользоваться СИЗ должны только люди, работающие на высоте или в рискованной среде. Все сотрудники, входящие на рабочий объект, должны пользоваться СИЗ. Данные средства могут включать обувь с резиновой подошвой и стальными носками или твердые каски. На многих строительных объектах обязательным является ношение специальной одежды, привлекающей внимание других людей, работающих на объекте. Рекомендуемые СИЗ включают перчатки, обувь со стальными носками, желтый жилет и прочную каску.

Ответственность работодателя состоит в обеспечении наличия на объекте всех СИЗ для каждого сотрудника и проверке их использования сотрудниками. Работник несет ответственность за минимальный риск во время работы. Например, никогда не стойте под кровельной системой или грузом, когда они подняты.

Все СИЗ регулируются в соответствии с Европейской директивой по охране здоровья и безопасности.

Помимо этой Европейской директивы по охране труда и технике безопасности существует множество других правил, касающихся СИЗ, и каждое отдельное положение играет свою роль в общей рабочей среде.

Многие из этих правил налагаются на местном уровне, что делает невозможным упоминание всех правил. Наиболее распространенные правила перечислены ниже.

Высотные работы

Работа на высоте (более 2,5 м) очень распространена в индустрии развлечений (например, для фокусировки светильников или замены сломанных ламп). В случае работы на высоте всегда старайтесь выполнять работу на высоте без восхождения и старайтесь получать доступ к рабочей области с помощью рабочих платформ для снижения риска, связанного с этой работой. Иногда восхождения не избежать, для получения доступа к определенной точке в кровле или конструкции здания. В этом случае всегда следует выполнять собственную оценку рисков и попытаться найти решение, с которым связан минимальный возможный риск.

Снаряжение для восхождения

Согласно общим требованиям, начиная с рабочей высоты в 2,5 м, сотрудник должен пользоваться соответствующими СИЗ, включая лямочный пояс.

Работодатели обязаны предоставлять надлежащие СИЗ для своих сотрудников. Привлеченный сторонний персонал должен пользоваться собственными СИЗ.

Для тяжелажников и монтажников-высотников самые важные СИЗ — это лямочный пояс в сочетании с амортизатором и системой страховки от падения.

На рынке предлагается множество лямочных поясов. Тяжелажникам и монтажникам-высотникам рекомендуется лямочный пояс с привязной системой. Две части пояса предназначены для распределения сил падения по всему телу. Подвесное положение после падения рассчитывается для максимизации вероятности выживания.

В сочетании с лямочным поясом тяжелажникам также следует использовать систему страховки от падения.

Система страховки от падения должна крепиться к точке подвеса либо спереди (грудь), либо сзади (лопатки).

Дополнительный амортизатор должен всегда крепиться выше талии.

Мы рекомендуем всегда крепить систему страховки от падения к страховочной системе, которая закрепляется на конструкции здания или кровле. Крепление системы страховки от падения к ферме может быть опасным вариантом, поскольку большинство ферм не предназначено для того, чтобы выдерживать дополнительные силы свободного падения.

Система страховки от падения с амортизатором

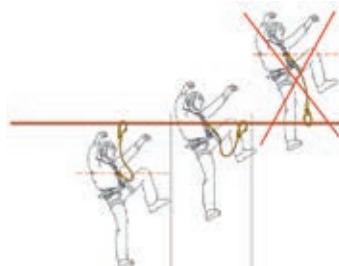
Важной частью системы страховки от падения является амортизатор. Он рассчитан на то, чтобы сокращать силу падения до 600 кг. Без использования амортизатора сила, вызванная свободным падением, может легко увеличиться до 25-кратного собственного веса падающего человека, в зависимости от высоты падения и типа крепления к конструкции (ускорение падения = $9,8 \text{ м/с}^2$).

Любое эластичное перемещение в подвесном канале или конструкции может снизить эти значения, но лишь в очень ограниченном объеме по сравнению с амортизатором. Вероятность выживания после падения без лямочного пояса и системы страховки от падения очень низка.

Лямочный пояс должен соответствовать стандарту EN 361 «индивидуальные средства защиты от падения». Амортизатор должен соответствовать стандарту EN 355.

Оборудование для позиционирования

Помимо системы страховки от падения, рекомендуется использование оборудования для позиционирования. Оборудование для позиционирования, как правило, состоит из троса или каната вместе со специальным снаряжением для восхождения, таким как карабины или крюки для строительных лесов. Оборудование для позиционирования должно всегда крепиться к кольцу на ремне и использоваться для размещения в рабочем положении без использования рук. Когда оборудование для позиционирования выходит за предельную высоту падения (0,5 м), следует обязательно закрепить систему страховки от падения/амортизатор. Мы рекомендуем, чтобы система страховки от падения всегда была подсоединенна к страховочной или кровельной системе — это сократит риск отказа оборудования для позиционирования. Опорная точка ни в коем случае не должна находиться ниже пояса поднимающегося человека, поскольку высота падения всегда должна быть минимальной. Когда эта опорная точка крепится к ферме, крепление всегда должно выполняться на основном поясе и в узловой точке. При использовании двух узловых точек человек всегда прикреплен к конструкции, даже при смене положения одного из крюков лесов.



Система страховки от падения с амортизацией

Политика использования касок

Использование касок на многих строительных объектах и для всех высотных работ является обязательным. Каски должны соответствовать стандартам EN 397. Каски защищают голову от травм из-за падения предметов и столкновения с другими предметами при восхождении или в случае падения. Каски требуют использования фиксированного ремешка для предотвращения смещения каски при падении.

Восхождение по конструкции фермы

Одно из самых распространенных заблуждений в отношении восхождения по фермам Prolyte состоит в том, что фермы серии МРТ не подходят для восхождения, а серия ферм повышенной прочности подходит. Важно понимать, что в большинстве случаев никакие фермы не выдерживают сил свободного падения. Мы рекомендуем там, где это возможно, подвешивать страховочную систему с крыши или дополнительной конструкции и никогда не подвешивать ее с решетки фермы. Если планируется восхождение по такелажу фермы, при расчете системы следует учитывать вес работника. Это не только сам вес работника, но и силы реакции в случае возможного падения (в худшем случае они эквивалентны массе в 600 кг — обычно в центре свободного пролета).



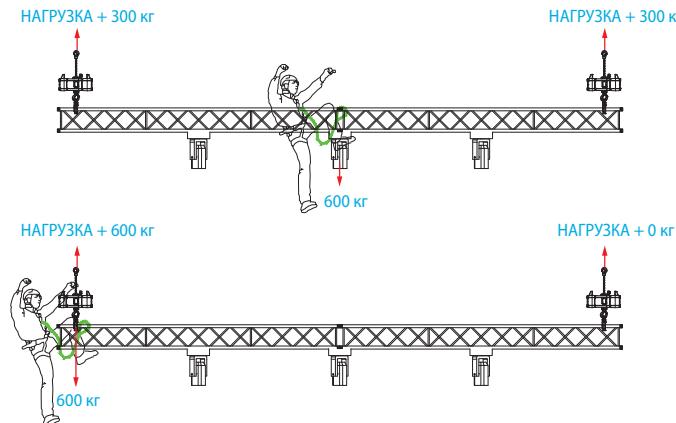
Амортизирующий шнур

Пример

Для одиночного пролета, опертого на двух лебедках, нужно определить, может ли пролет фермы выдерживать силы реакции оборудования, подвешенного с фермы, плюс дополнительно 600 кг в случае свободного падения (рассчитывается как точечная нагрузка).

Кроме того, лебедки должны быть способны принимать дополнительную результатирующую нагрузку в 600 кг.

Она возникает в случае падения непосредственно под точкой подвеса.

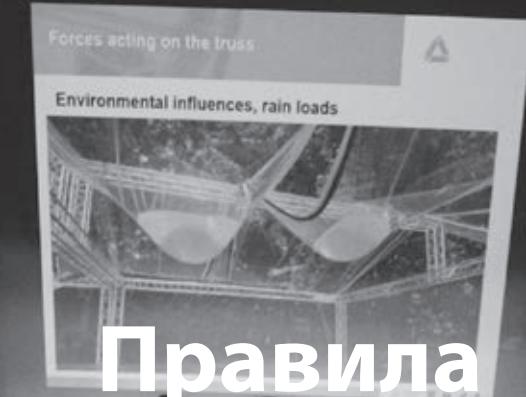


Регламенты

Самые распространенные предписания указаны ниже.

| | |
|--------------------------|--|
| EN 361: 2002 | Индивидуальные средства защиты от падения с высоты. Система ремней безопасности для всего тела. |
| EN 358: 2000 | Средства индивидуальной защиты для позиционирования на рабочем месте и предотвращения падения с высоты. Привязи для удержания и позиционирования на рабочем месте и стропы для рабочего позиционирования |
| EN 354:2008 2nd draft en | Индивидуальные средства защиты от падения с высоты. Стропы. |
| EN 355:2002 en | Индивидуальные средства защиты от падения с высоты. Амортизаторы. |
| EN 813:2005 2nd draft en | Индивидуальные средства защиты от падения с высоты. |
| EN 360:2002 en | Привязные ремни для удержания в сидячем положении. |
| EN 363:2008 en | Индивидуальные средства защиты от падения с высоты. Системы остановки падения. |
| EN 795:2003 draft en | Защита от падения с высоты. Устройства анкерного крепления. Требования и испытания. |
| EN 1868:2003 draft en | Индивидуальные средства защиты от падения с высоты. Определения и список эквивалентных терминов. |

- Проектные версии (draft) заменяют собой более ранние стандарты.



Правила применения



Мы бы хотели дать несколько советов по повседневному использованию ферм:

Сбор данных

Нагрузки, которые будут действовать:

- Число различных точечных и распределенных нагрузок, таких как прожекторы заливающего света, движущиеся лампы, блоки питания, следящие прожекторы (включая сиденья и оператора), кабели, переходники, опора для динамиков, проекционные экраны, проекторы, полетные рамы, занавесы, декорации и т.д.).
- Масса/вес отдельных нагрузок.
- Определение общей нагрузки.
- Число и тип опор.
- Число точек подвеса, расстояние между ними и их несущая способность.
- Число стоек и/или такелажных точек и расстояние между ними.

Местная специфика:

- Доступ к объекту.
- Выравнивание потенциалов.
- Каналы связи с организаторами и мероприятий и органами власти.
- Особые местные предписания (например, запрет на использование отдельных рабочих материалов).

Выбор подходящих ферм

Во-первых, следует рассчитать нагрузку на каждую отдельную ферму. Если на ферме имеет место сочетание равномерно распределенных и точечных нагрузок, следует использовать соответствующие формулы. Значения равномерно распределенных и точечных нагрузок не должны просто добавляться друг к другу. Изгибающие моменты в значительной степени зависят от размещения нагрузок.

Примечание: равномерно распределенные осветительные устройства на фермах могут считаться как более или менее равномерно распределенные нагрузки за исключением следящих прожекторов, которые должны рассматриваться как точечные нагрузки. Нагрузки сравниваются с допустимыми значениями согласно таблицам нагрузок для соответствующих типов ферм — допустимые конструктивные значения (например, изгибающие моменты) можно найти в каталогах.

В качестве следующего шага следует определить собственную массу фермы для данного применения. Совокупный вес может быть рассчитан по длине фермы (включая все соединительные детали). Позднее совокупная масса потребуется для определения сил реакции в опорах.

Несколько опор

Во-первых, следует определить, сколько опор потребуется для обеспечения необходимой безопасности пролета фермы, если нагрузка — такая высокая, что превышается допустимый изгибающий момент, или в пролете с двумя опорами превышаются табличные значения. Силы реакции рассчитываются из собственной массы фермы и действующих нагрузок. Следует использовать соответствующие формулы для ферм на двух опорах или для ферм на более чем двух опорах (многопролетные фермы). Затем рассчитывается необходимая несущая способность подъемного оборудования на основе сил реакции. Если грузы подвешиваются над людьми, следует определить подходящие методы для предотвращения угроз людям в случае отказа верхнего подвеса (устойчивость к одному отказу). Этот метод следует задокументировать в рамках оценки рисков.

Силы реакции

Нагрузки на основную конструкцию рассчитываются следующим образом. Для подвесных ферм добавьте собственную массу подъемного оборудования к рассчитанной силе реакции, рассчитайте длину стальных сегментов (и отсюда массу, которая также добавляется к силе реакции), а также горизонтальные силы в такелажных точках, вызванные возможными стропами.

Для отдельно стоящих конструкций ферм (наземная опора) добавьте собственную массу вертикальных стоек к расчетной силе реакции и проверьте эффективную длину вертикальных опор. Кроме того, всю конструкцию фермы следует проверить на безопасность и устойчивость.

При необходимости следует добавить подходящие связи или тросовые растяжки. Необходима проверка точечных нагрузок такелажных точек в зданиях. Для подвесных ферм проверьте стыки ферм, пролеты и соответствующие такелажные точки на несущую способность.

Данные в отношении допустимой балочной и узловой точечной нагрузки должны предоставляться оператором объекта, на котором проводится мероприятие.



Для отдельно стоящих конструкций (грунтовой опоры) обеспечьте несущую способность основания. Основание фермы обычно составляет намного меньше 1 кв. м, несмотря на наличие опорной пластины. Информация о допустимой нагрузке на основание должна быть предоставлена оператором объекта. Монтажник должен выполнить необходимую коррекцию для предотвращения потенциальных ситуаций перегрузки путем модификации положения и числа подъемных устройств или размещения стропов.

Диаграммы и таблицы

Вся сопроводительная информация и расчеты должны фиксироваться в письменной форме, чтобы их могли проверять инженеры-монтажники и власти. Диаграммы должны показывать положение точек подвеса и подъемного механизма с соответствующей точечной нагрузкой, включая массу подъемного механизма в кг или кН. Кроме того, диаграммы должны соответствовать указанному масштабу. Диаграммы также должны содержать допустимые нагрузки для строповочных точек и вертикальных строповочных тросов и стропов. Таблицы должны включать все подъемные устройства, все точечные нагрузки, все строповочные точки и все вертикальные нагрузки в индивидуальных строповочных точках. Числовые значения должны округляться до 5 или 10 кг, чтобы была указана масса строповочных устройств, чекелей, колец, пролетных зажимов и т.д., для которых не указаны все данные в исходных списках массы оборудования.

Будьте в курсе свежей информации

При написании и компиляции данного руководства компания Prolyte постаралась предложить полный и актуальный обзор текущих регламентов и стандартов, однако мы не можем гарантировать, что мы опубликовали информацию о самых свежих разработках. Поэтому, чтобы ваши знания оставались актуальными, регулярно изучайте появляющиеся статьи, книги и блоги о новых разработках и стандартах.

Дополнительно, вы можете посещать мероприятия Prolyte Campus, которые регулярно проводятся по всему миру. Целью мероприятий Prolyte Campus является ознакомление более широкой аудитории с информацией о фермах, сценическом и тяжеложном оборудовании, что позволит вам работать эффективнее и безопаснее. Посетите сайт Prolyte, чтобы найти информацию о ближайшем мероприятии. Компания Prolyte ведет технический блог, регулярно предоставляет информацию и выпускает обучающие видеоролики, вы можете задавать свои вопросы на нашем форуме. Заходите на сайт www.prolyte.com.

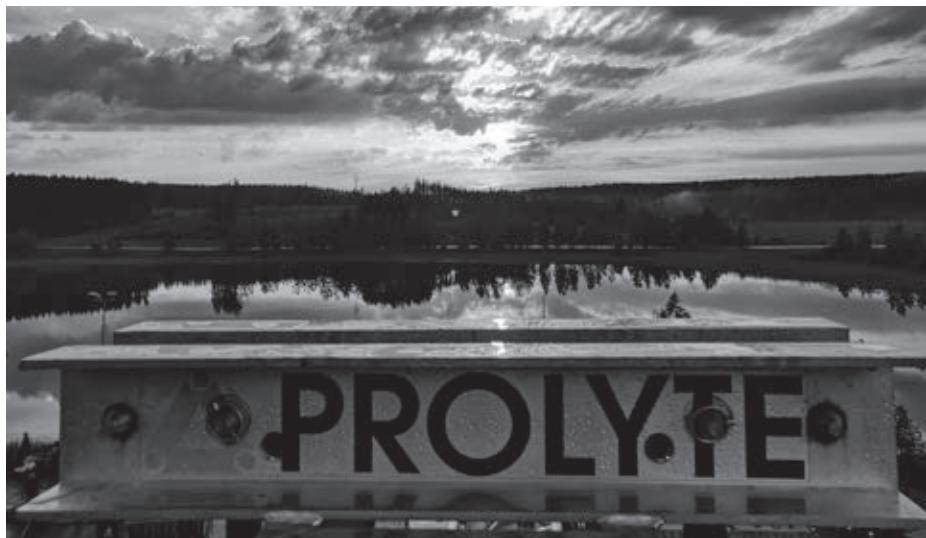


Фото: Фабрика Aku's, Финляндия

PROLYTE CAMPUS: ОБРАЗОВАТЕЛЬНАЯ ИНИЦИАТИВА

Prolyte Campus — это инициатива Prolyte Group по поддержке своих клиентов в форме предоставления самых лучших и актуальных знаний. Предоставляемые инструменты и обучение по безопасному использованию продукции Prolyte Group в соответствии с действующими стандартами и предписаниями помогут вам добиться лучших результатов. Prolyte Campus предлагает комплексную программу обучения для повышения уровня знаний о безопасном использовании продукции Prolyte.

Знания для развития вашего бизнеса

Как производитель, Prolyte Group берет на себя ответственность за предоставление знаний как неотъемлемой части своей продукции. Понимание клиентами того, что безопасные методы работы — ключ к ответственному владению продукцией, является одной из наших целей. Сведение всех наших образовательных инициатив в одну программу должно облегчить доступ к нашей базе знаний для всех наших клиентов и пользователей. Передача знаний и установление диалога с техническими специалистами по всему миру, понимание их потребностей и возможность поделиться опытом — это ценная основа для создания эффективных решений для развития вашего бизнеса.

Что предлагает Prolyte Campus?

Передача знаний — ключевой момент независимо от канала передачи. Prolyte Campus предлагает для передачи знаний сочетание онлайн-ресурсов, печатных материалов и семинаров. Имеющиеся ресурсы — Black Book, видеоролики по практическому использованию и семинары — останутся. Кроме того, будут разработаны новые возможности, включая онлайнобучение и сетевую работу. Мы будем поощрять пользователей Prolyte к обмену опытом и повседневными практическими навыками.

Регистрация в Prolyte Campus

Хотите присоединиться к этой инициативе? Поделитесь своими идеями и опытом на странице www.Prolyte.com/prolytecampus, примите участие в одной из наших программ семинаров или организуйте свой собственный семинар! Дополнительную информацию можно получить по адресу www.Prolyte.com/prolytecampus; с любыми конкретными вопросами обращайтесь по электронной почте marketing@Prolyte.com.

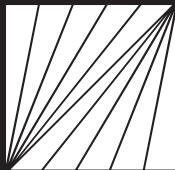


**PROLYTE
CAMPUS**





Фото: Untold Festival, Румыния



SCENA

Официальный дистрибутор
Компания SCENA

г. Москва, ул. Академика Арцимовича, 6

+7 495 108 108 9

info@scena.me

www.scena.me

facebook.com/scenacompany

instagram @scenacompany

vk.com/scenacompany

