

Расчетная записка выполнена по схеме с верхней стальной рамой 2 х 2 м, подвесом к алюминиевой ферме через сертифицированный такелаж с WLL, четырьмя рабочими ветвями и отдельной страховкой. Общий фактический вес подвешиваемого узла ограничен значением 250 кг. По уточнению пользователя все металлические профильные трубы принимаются с толщиной стенки 2 мм вместо ранее принятой толщины 3 мм.

1. Задача

Задать расчетную схему подвеса декоративной композиции и требования к:

1. нижней металлической конструкции шара;
2. сквозному силовому элементу;
3. узлу руки с опорной пластиной;
4. верхней раме 2 х 2 м из трубы 40х40х2 мм;
5. креплению верхней рамы к алюминиевой ферме;
6. рабочим и страховочным ветвям такелажа;
7. проушинам, пластинам, косынкам и сварным узлам.

Основная цель документа - зафиксировать расчетную схему, нагрузки, ограничения по массе, требования к такелажу и состав КМ.

2. Принятые исходные данные

Параметр	Принято в расчете
Диаметр шара	2300 мм
Толщина стенки шара	200 мм
Вес шара	90 кг
Вес руки с фермой	50 кг
Вес покрытия	около 45 кг
Суммарный известный вес композиции	около 185 кг
Верхняя рама	2 х 2 м
Профиль верхней рамы	квадратная труба 40х40х2 мм
Профили ферменных элементов и решетки	все профильные металлические трубы со стенкой 2 мм
Общий максимальный вес подвешиваемого узла	250 кг
Остаток на верхнюю раму, проушины, пластины и такелаж	около 65 кг
Такелажная схема	4 рабочие ветви плюс отдельная страховочная ветвь
Крепление сверху	к алюминиевой ферме по подтвержденному лимиту площадки 250 кг

Подтверждение 250 кг принимается как исходное эксплуатационное ограничение по общему фактическому весу подвешиваемого узла.

Клиентская масса композиции 185 кг оставлена без автоматического уменьшения, потому что она зафиксирована как исходная масса шара, руки с фермой и покрытия. Уменьшение толщины профильных труб влияет на расчетную массу верхней рамы, решетки и ведомость металлических элементов; фактическую массу композиции следует заменить только после взвешивания или отдельной ведомости.

3. Расчетная схема

Расчетная схема принята в виде непрерывного силового пути через нижнюю металлическую конструкцию шара, основной сквозной силовой элемент, узел руки с опорной пластиной, верхнюю раму, рабочие ветви подвеса к алюминиевой ферме и отдельную страховочную ветвь. Нагрузка от шара и руки передается по металлическим расчетным узлам без включения декоративной оболочки шара как несущего элемента.

Узел	Функция	Расчетное требование
Нижняя металлическая конструкция шара	собирает нагрузку от шара и передает ее в основной силовой элемент	работает как часть пространственной системы; требуются косынки и накладки в местах ввода усилий
Основной сквозной силовой элемент	передает нагрузку вверх через конструкцию	работает в составе пространственной системы; ввод в верхнюю раму выполняется через усиленный узел
Рука и опорная пластина	рука опирается на металлическую пластину, а не на декоративную оболочку шара	пластина, косая ферма/стержень и швы проверяются по фактическим размерам
Верхняя рама 2 x 2 м	распределяет нагрузку между ветвями такелажа	труба 40x40x2 мм, масса верхнего блока не более 65 кг
Такелаж к алюминиевой ферме	передает общий вес подвешиваемого узла на ферму	4 рабочие ветви с WLL плюс отдельная страховка

Проушины верхней рамы должны находиться в узлах пересечения труб или в местах, усиленных пластинами/косынками. Не допускается передавать рабочее усилие в середину свободного пролета одиночной трубы без узлового усиления.

4. Ограничение по массе верхнего блока

Общий лимит:

$$G_{\max} = 250 \text{ кг}$$

Известная масса композиции:

$$G_{\text{comp}} = 185 \text{ кг}$$

Остаток:

$$G_{\text{remain}} = 250 - 185 = 65 \text{ кг}$$

Сечение трубы 40x40x2:

$$A = 40 \times 40 - 36 \times 36 = 304 \text{ мм}^2$$

Удельная масса:

$$m = 0,00304 \times 7850 = 2,39 \text{ кг/м}$$

Для профильной трубы 25x25x2:

$$A = 25 \times 25 - 21 \times 21 = 184 \text{ мм}^2$$

$$m = 0,00184 \times 7850 = 1,44 \text{ кг/м}$$

Длина трубы 40x40x2	Масса трубы
10 м	23,9 кг
12 м	28,6 кг
14 м	33,4 кг
16 м	38,2 кг
18 м	43,0 кг
20 м	47,7 кг

Дополнительная масса проушин, пластин, крепежа и такелажа	Максимальная длина трубы 40x40x2 при лимите 65 кг
10 кг	23,0 м
15 кг	21,0 м
20 кг	18,9 м
25 кг	16,8 м

Наружный контур рамы 2 x 2 м дает 8 м трубы, то есть около 19,1 кг. Если добавить две главные внутренние перемычки по 2 м, общая длина трубы составит около 12 м, масса трубы - около 28,6 кг. С компактными проушинами, пластинами и такелажом такой вариант может быть удержан в диапазоне 45-55 кг и оставляет запас до предельных 65 кг.