**1. Клеефанерная панель покрытия**

Для дощатого каркаса, связывающего верхние и нижние фанерные обшивки в монолитную склеенную коробчатую панель, применены доски из сосны второго сорта влажностью не более 12%. Древесину пропитать антисептиком ХМББ-3324, ГОСТ 237872–79 и антипиреновым покрытием ОФП-9, ГОСТ 23790–79. Обшивки из водостойкой фанеры марки ФСФ сорта В/ВВ. Направление волокон наружных шпонов фанеры как в верхней, так и в нижней обшивке панели должно быть продольным для обеспечения стыкования листов фанеры «на ус» и для лучшего использования прочности фанеры. Клей марки ФРФ-50 по ТУ 6–05–281–14–77. Утеплитель – минераловатные плиты повышенной жесткости плотностью 2 кН/м3. Пароизоляция из полиэтиленовой пленки толщиной 0,2 мм. Воздушная прослойка над утеплителем – вентилируемая вдоль панели.

**1.1 Компоновка рабочего сечения**

Исходя из продольного шага колонн равному 5,0 м, принимаем м.

м.

Ширину панели принимаем из величины свеса равного 25…30 см, принимаем *i*=1/10.

м.

Принимаем панель шириной 1,2 м в количестве 8 шт. м.

м.

Расчет толщины панели.

Толщину панели выбирают исходя из ее пролета и, как правило, она составляет . В нашем случае руководствоваться следует заданной толщиной утеплителя, которая значительно больше указанной выше величины (равной 166…142 мм).



мм.

мм.

мм.

Рис. 1. Приведенное сечение панели

Таким образом, суммарная толщина панели составит 186 мм.

Подбор ребер.

– продольные ребра:

из расчета толщины панели видно, что высота продольных ребер равна 170 мм, т.е. мм. Для их изготовления принимаем черновую доску 175 х 50 мм. В чистоте доска имеет размеры 170 х 42 мм. Для этого делается острожка по кромкам по 2,5 мм с каждой и по пласти по 4 мм с каждой.

– поперечные ребра:

их толщины принимается из условия возможности естественной вентиляции панели, для чего необходимо наличие продуха, т.е. мм. Для их изготовления принимаем черновую доску 125 х 50 мм. В чистоте доска имеет размеры 120 х 42 мм. Для

этого делается острожка по кромкам по 2,5 мм с каждой и по пласти по 4 мм с каждой. Таким

образом, было для соблюдено условие  на 20 мм возможности крепления

утеплителя и  на 50 мм для возможности вентилирования панели.

Рис. 2. Окончательно скомпонованная панель



**1.2 Расчет верхней обшивки панели на изгиб**

Расчет ведут согласно расчетной схеме, а так же руководствуясь [2, п. 4.24]

Для начала необходимо найти максимальный момент по формуле , где - расстояние между продольными ребрами в осях. Согласно [2, п. 6.14] нормативная нагрузка в этом случае составляет 1 кН и коэффициент надежности  равен 1,2. Тогда расчетная нагрузка будет находиться следующим образом: кН. Зная все это, можем записать:

кН·м.

Прочность на изгиб проверяется по следующему неравенству:

, где

МПа [2, табл. 10]; [2, табл. 6]; [1].

Рис. 4. Расчетное сечение верхней обшивки

Момент сопротивления поперечного сечения находим по формуле:

м³.

;.

Таким образом, условие прочности на изгиб выполняется: .

**1.3 Расчет приведенного сечения**

Так как (a – расстояние между продольными ребрами в свету), то м.

Момент инерции приведенного сечения относительно оси х рассчитывается по формуле: , где - толщина продольных ребер.

.

Момент сопротивления приведенного поперечного сечения находим по формуле:

.

**1.4 Подсчет нагрузок на панель**

Для расчета снеговой нагрузки потребуется значение коэффициента  [1, п. 5.5], где k – коэффициент, принимаемый по [1, табл. 6] в зависимости от типа местности (в данной работе был принят тип местности С) и высоты проектируемого сооружения; b – ширина покрытия, принимаемая не более 100 м.

Таким образом, .

Таблица 1. Сводная таблица нагрузок на панель

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Нагрузки | Нормативная | Коэффициент надежности по нагрузке  | Расчетная  |
| Постоянная |
| 1) 3-х слойный гидроизоляционный ковер | 0,13 | 1,3 | 0,169 |
| 2) фанера | 0,112 | 1,1 | 0,1232 |
| 3) Деревянный каркаспродольные ребра | 0,121 | 1,1 | 0,133 |
| поперечные ребра | 0,015 | 1,1 | 0,0165 |
| 4) утеплитель | 0,2 | 1,1 | 0,22 |
| 5) пароизоляция | 0,02 | 1,1 | 0,022 |
| Итого постоянная | 0,598 | - | 0,6837 |
| Временная |
| 1) снеговая | 0,9324 | 0,7 | 1,332 |
| Сумма по всем | 1,5304 | - | 2,0157 |

Для нахождения нормативного загружения панели на погонный метр необходимо умножить суммарную нормативную нагрузку из таблицы на величину шага грузовой площади (ширины панели). Для нахождения расчетного загружения панели на погонный метр необходимо умножить суммарную расчетную нагрузку из таблицы на величину шага грузовой площади (ширины панели).

;

.

**1.5 Проверка панели на прочность**

Проверку ведут согласно расчетной схеме.

– максимальный изгибающий момент в середине пролета:



-напряжение в растянутой обшивке:

, где [2, табл. 10].



, где 0,6 – коэффициент, учитывающий снижение расчетного сопротивления фанеры в растянутом стыке.

Прочность сжатой обшивки обеспечена.

– расчет на устойчивость сжатой обшивки [2, п. 4.26]:

, где [2, табл. 10].

Так как , то .

.

Устойчивость сжатой обшивки обеспечена.

– расчет на скалывание по клеевому слою фанерной обшивки [2, п. 4.27]:

, где  [2, табл. 10].

Поперечная сила ;

приведенный статический момент верхней фанерной обшивки относительно нейтральной оси

;

расчетная ширина клеевого соединения .



Скалывание по клеевому слою не происходит.

**1.6 Проверка панели на прогиб**



Прогибы в пределах допустимого значения.

**2. Дощато-клееная балка**



Рис. 7. Схема проектируемой балки.

В качестве несущих конструкций покрытия принимаем клееные дощатые балки двускатного очертания с уклоном верхней кромки 1:10. Расстановка балок через 3 м. Продольная неизменяемость покрытия обеспечивается прикреплением панелей к балкам и постановкой горизонтальных связей в торцах. Поперечное сечение балки представляет собой клеено-деревянный пакет из досок. Для изготовления балок используют сосну первого, второго и третьего сорта (см. рис. 8) влажностью не выше 12%. Пакет соединяют клеем марки ФРФ-50. Древесину пропитать антисептиком ХМББ-3324, ГОСТ 237872–79 и антипиреновым покрытием ОФП-9, ГОСТ 23790–79.

**2.1 Подбор высот балки**

Принимаем толщину слоя в 33 мм, т.е. мм, тогда  [2, табл. 8]. Принимаем уклон скатов . Высоту балки в середине пролета принимаем из рекомендуемого значения м. Уточняем число досок в верхнем сечение балки с учетом толщины слоя:  досок. Уточняем высоту балки в коньковом сечении: мм. Находим высоту в опорном сечении: мм., принимаем 29 досок, что составляет 29х33=957 мм.

**2.2 Подсчет нагрузок на балку**

Таблица 2. Сводная таблица нагрузок на балку

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Нагрузки | Нормативная | Коэффициент надежности по нагрузке  | Расчетная |
| Постоянная |
| 1) панель покрытия с рулонной кровлей | 0,642 | - | 0,7332 |
| 2) собственный вес балки | 0,188 | 1,1 | 0,207 |
| Итого постоянная | 0,83 | - | 0,9402 |
| Временная |
| 1) снеговая | 0,9324 | 0,7 | 1,332 |
| Сумма по всем | 1,7624 | - | 2,2722 |

Для нахождения нормативного загружения балки на погонный метр необходимо умножить суммарную нормативную нагрузку из таблицы на величину шага грузовой площади (шага колонн). Для нахождения расчетного загружения балки на погонный метр необходимо умножить суммарную расчетную нагрузку из таблицы на величину шага грузовой площади (шага колонн).

;

.

**2.3 Статический расчет балки**

– опорные реакции:

.

– расстояние до опасного сечения:

.

– изгибающий момент в опасном сечении:

.

– момент сопротивления поперечного сечения изгибу:

Для его определения необходимо знать высоту в опасном сечении

.

Число целых досок n=1418/33=43 шт. Расчетная высота *h*=33х43=1419 мм. Ширину сечения балки, которую принимают по условию м.

Таким образом, согласно выше сказанному следовало бы принять ширину сечения балки 250 мм. Однако в ходе расчетов было выяснено, что подобная ширина дает колоссальный запас по прочности и применение такого сечения экономически не выгодно и неоправданно. После нескольких итераций была подобрана оптимальная ширина в 134 мм. Принимаем черновую доску 150 х 40 мм. В чистоте доска имеет размеры 134 х 33 мм. Для этого делается острожка по кромкам по 8 мм с каждой и по пласти по 3,5 мм с каждой. Следует отметить, что для экономии дорогой древесины I сорта сечение разбивают на слои сортности согласно схеме.

.

- проверка максимального изгибающего напряжения в опасном сечении (рис. 9, в):

, где [2, табл. 3];

[2, табл. 5]; [2, табл. 7], при *h*=1418 мм.

; .

Условие прочности обеспечено.

– проверка касательных напряжений:

,

где [2, табл. 3]; [2, табл. 7], при *h*=957 мм.

Максимальная изгибающая сила ; статический момент в опорном сечение ; момент инерции в опорном сечении .

; .

Скалывания не происходит.

– проверка устойчивости плоской формы деформирования:

,

где  [2, п. 4.14], где в свою очередь h = 1419 – максимальная высота на участке шага связей с опасным сечением; .  [2, табл. 2 прил. 4].

;





Рис. 9. Поперечные разрезы: а) опорное; б) по коньку; в) опасное

; .  [2, табл. 2 прил. 4];

; . 

; .

Устойчивость плоской формы деформирования обеспечена.

– прогиб балки в середине пролета при *h*= 1848 мм (рис. 9, б):

,

где  и .

.

– полный относительный прогиб:

,

где  [2, табл. 3 прил. 4].

.

Прогибы в пределах допустимого.

– определение ширины опорных подушек:



Принимаем *а*= 30 см.

**3. Дощато-клееная колонна**



Рис. 10. Схема разреза проектируемого здания

Для изготовления колонн используют сосну третьего сорта влажностью не выше 12%, сплачивая пакет вразбежку на клей марки ФРФ-50. Древесину пропитать антисептиком ХМББ-3324, ГОСТ 237872–79 и антипиреновым покрытием ОФП-9, ГОСТ 23790–79. Торцы покрыть мастикой УТ-32.

**3.1 Подбор сечения стойки**

 принимаем .

; .

; ; ; .

; ; ; .

Так как для прямоугольного сечения , то можем записать

; откуда ;

; откуда .

Уточняем  исходя из принятой толщины доски пакета  как и в балке.

Тогда , таким образом, .

Принимаем черновую доску 250 х 40 мм. В чистоте доска имеет размеры 244 х 33 мм. Для этого делается острожка по кромкам по 3 мм с каждой по 3,5 мм с каждой.

В конечном счете, было подобрано следующее поперечное сечение:  и .