



**EHITUSEKSPERTIISIBÜROO OÜ**

**СТРОИТЕЛЬНО-ЭКСПЕРТИЗНОЕ БЮРО**

Ул. Суур-Сыямяэ 8, 11415 Таллинн, тел 638 1050, факс 638 1050

Лицензия на деятельность EE 7579, выдана 23.09.2002, действует до 11.09.2005

**Работа №: Заказ 9902-63**

**Заказчик: Lafarge Tekkin OÜ**

## **РЕНОВАЦИЯ И ПОКРЫТИЕ КРОВЛИ ЖИЛОГО ДОМА БЕТОННЫМИ ЧЕРЕПИЦАМИ**

Управляющий



Тэст Сепасте

Строительный инженер

Эйно Хинт

Таллинн, 2002



## Общая часть

Настоящая работа составлена в качестве вспомогательного материала для владельцев домов и специалистов, укладывающих черепицу, которые планируют заменить амортизированную кровлю существующего здания и применить в качестве кровельного материала бетонную черепицу.

Основное внимание уделено рассмотрению возможных вариантов, предназначенных для жилых домов, построенных в 50-60-ые годы и на небольшие вспомогательные здания.

В работе рассматриваются вопросы, на которое необходимо уделить особое внимание при замене изношенного кровельного покрытия покрытием с использованием бетонной черепицы и каким образом их нужно решать.

**При наличии крупных зданий, крыш с особой формой и фермами, в отношении каждой кровельной конструкции проектировщик должен рассмотреть каждый конкретный случай и предоставить соответствующие решения (рекомендации).**

# Содержание

1. Рассмотрение кровельных конструкций и выяснение сути проблем
  2. Типовые узлы
  3. Нагрузки, влияющие на крышу. Расчет нагрузок и сравнение в случае различных покрытий.
  4. Наиболее часто используемые схемы стропил
  5. Нагрузки, влияющие на стропила и проверка прочности сечений
  6. Проверка перекладин (ригелей), подстропильных конструкций (прогоны и т.п.), столбов и потолочных ферм.
  7. Усиление и продление стропил.
  8. Утепление кровли.
- Приложение 1    Диаграмма сечений стропил
- Приложение 2    Таблица вариантов сечений потолочных ферм
- Приложение 3    Фотографии (жилые дома с обновленными черепичными крышами).

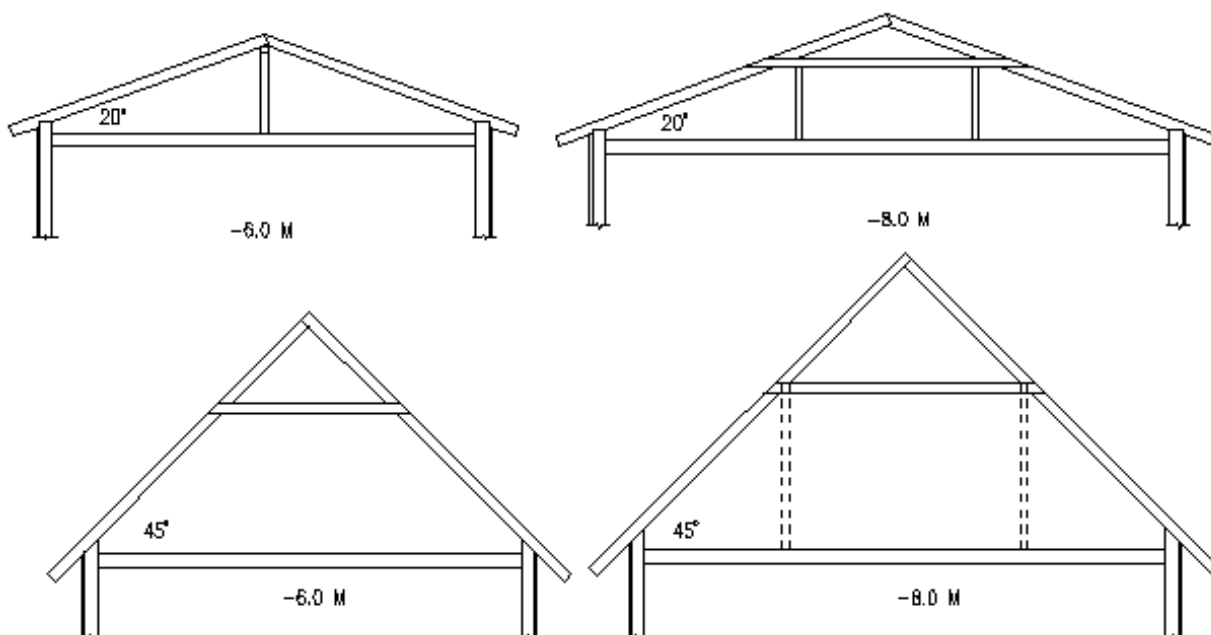
# 1. Рассмотрение кровельных конструкций и выяснение сути проблем

Реконструируемые жилые дома, построенные в 50-60-ые годы, в основном имеют двухскатные крыши, с углом наклона 30-60, в качестве стропил которых используются деревянные балки длиной до 6 м. Для уменьшения пролета стропил используется система перекладин (ригелей) или подстропильных конструкций (прогонов), чтобы перенести нагрузку крыши на перекрытие или несущие стены.

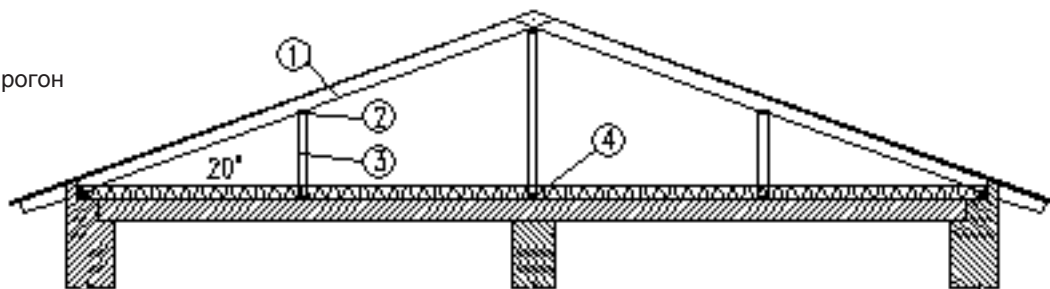
До того, как приступить к процессу замены кровельного покрытия, необходимо осуществить проверку конструкции кровли. Основными проблемами, на которые необходимо обратить внимание являются:

1. Общее состояние стропил – наличие повреждений, протечек.
2. Сечение, проемы (пролеты) и шаг стропил. Имеют ли стропила достаточную прочность?
3. При наличии подстропильной конструкции (прогонов) необходимо проверить их прочность. Если подстропильная конструкция (прогоны) опирается на потолочные балки, то необходимо проверить прочность потолочных балок.
4. Состояние соединительных узлов и продолжений. Соединение стропил с мауэрлатом или каркасно-стенным поясом (опорным брусом) должно быть надежным и скрепленным анкерами к основной конструкцией. Соединения, выполненные без соединения широкими (в виде врубок) и без гвоздей, не вызывают доверия. Соединения перекладин (ригелей) и стропил, выполненные с использованием 2-3 гвоздей, являются недостаточными. К такому соединению необходимо добавить еще и болтовое соединение. При использовании перекладин (ригелей) в качестве утепленного перекрытия, необходимо обратить особое внимание на узлы креплений и прочность перекладин (ригелей).
5. При замене обрешетки необходимо обратить особое внимание на продольную жесткость двухскатной крыши. При снятии обрешетки стропила могут сдвинуться с места, для того, чтобы избежать этого, необходимо прибить к стропилу диагонали под 45 через 3-4 стропила.
6. Состояние утепление потолка. В случае недостаточного утепления потолка в районе свеса крыши может образоваться ледяной мешок и в этом месте, в крыше будут образовываться протечки.

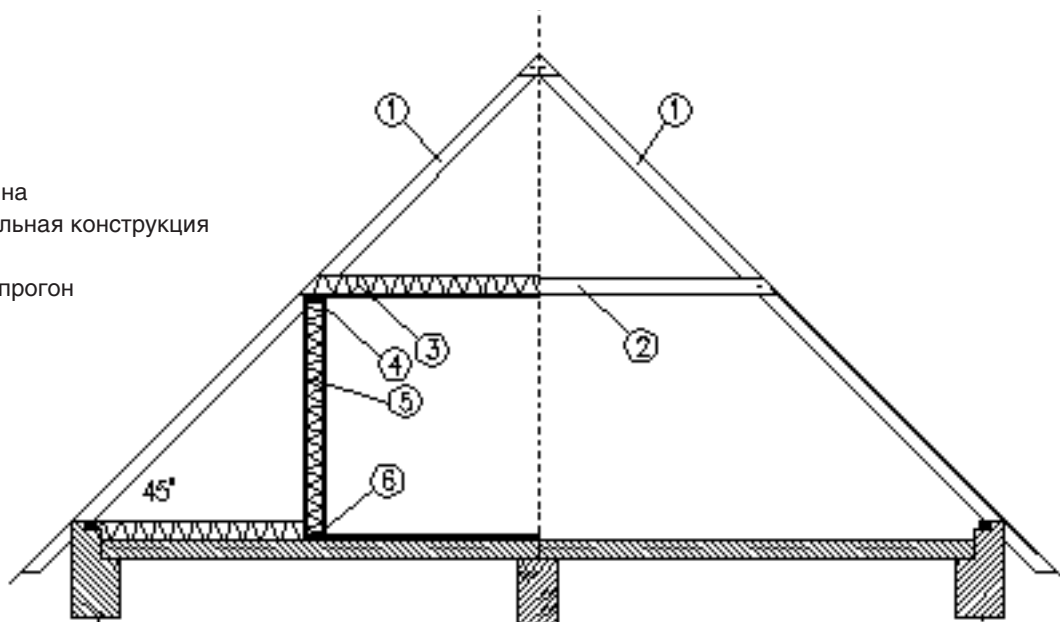
## 2. Наиболее частые используемые схемы стропил



1. Стропила
2. Прогон
3. Стойка
4. Основной прогон



1. Стропила
2. Ригель
2. Перекладина
3. Подстропильная конструкция
4. Стойка
5. Основной прогон



### 3. Нагрузки, влияющие на крышу

Стропила и вся конструкция крыши должна быть сооружена с достаточной прочностью, чтобы воспринимать воздействующие на нее нагрузки. Нагрузками являются собственный вес крыши, снеговая нагрузка и ветровая нагрузка.

В настоящей работе рассматриваются замена кровельных покрытий у существующих крыш. Основанием для определения размеров конструкции были нормы СНиП и поэтому, не обоснованным является использование рекомендуемых в настоящее время эстонских норм по проектированию (проект). Нормативной снеговой нагрузкой в расчетах принимается  $70 \text{ кгс/м}^2$  и нормативной ветровой нагрузкой принимается  $38 \text{ кгс/м}^2$ .

При расчете сечений стропил наклоны крыши, от которых зависит нагрузка, действующая на крышу, распределяется на три группы 15, 30 и 45 .

Расчет нагрузок и сравнение в случае различных кровельных покрытий.

Сравниваются нагрузки крыш, покрытые этернитом (большие и маленькие плиты), жести и бетонной черепицы (расчет выполнен при наклоне крыши 15):

	<b>Большая плитка</b>	<b>Маленькая плитка</b>	<b>Жесть</b>
Этернит	22 кг/м <sup>2</sup>	15 кг/м <sup>2</sup>	5 кг/м <sup>2</sup>
Дощатый настил	16,5 кг/м <sup>2</sup>	16,5 кг/м <sup>2</sup>	8,5 кг/м <sup>2</sup>
Стропила	8,5 кг/м <sup>2</sup>	8,5 кг/м <sup>2</sup>	8,5 кг/м <sup>2</sup>
Снег	119 кг/м <sup>2</sup>	119 кг/м <sup>2</sup>	119 кг/м <sup>2</sup>
Ветер	16 кг/м <sup>2</sup>	16 кг/м <sup>2</sup>	16 кг/м <sup>2</sup>
<b>Всего:</b>	<b>182 кгс/м<sup>2</sup></b>	<b>175 кгс/м<sup>2</sup></b>	<b>157 кгс/м<sup>2</sup></b>

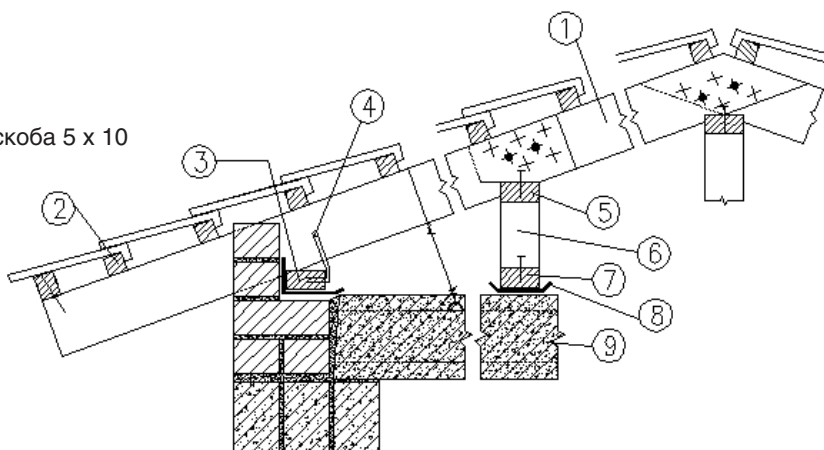
<b>Бетонная черепица</b>	<b>42 кгс/м<sup>2</sup></b>
Обрешетка	5 кгс/м <sup>2</sup>
Подстил	0,8 кгс/м <sup>2</sup>
Дистанционная рейка	0,7 кгс/м <sup>2</sup>
Стропила	8,5 кгс/м <sup>2</sup>
Снег	119 кгс/м <sup>2</sup>
Ветер	16 кгс/м <sup>2</sup>
<b>Всего:</b>	<b>192 кгс/м<sup>2</sup></b>

При сравнении нагрузок на стропила видно, что покрытие из бетонной черепицы тяжелее покрытия из больших этернитовых плиток всего на 5%, маленьких этернитовых плиток всего на 9% и тяжелее покрытия из жести на 18%.

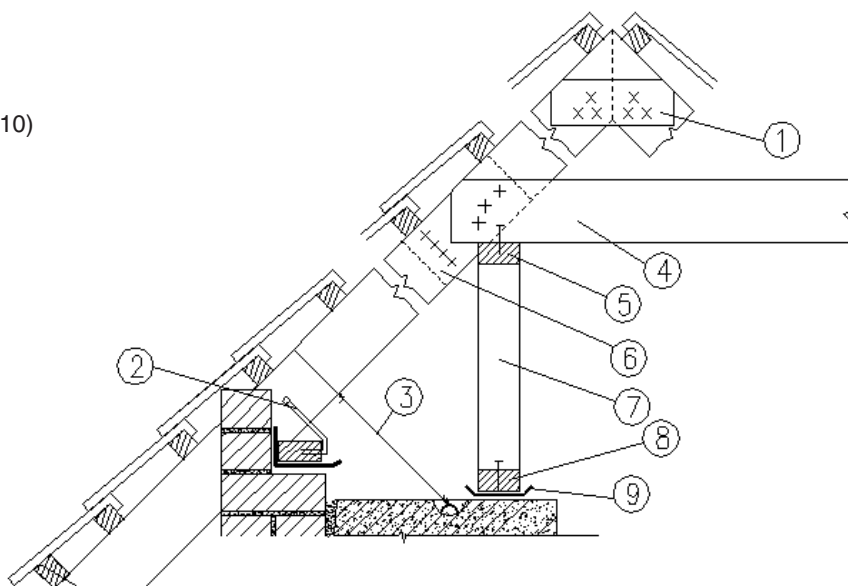
В случае аккуратно и профессионально построенной конструкции крыши замена кровельного покрытия не повлечет за собой в общем случае особенных проблем.

## 4. Типовые узлы

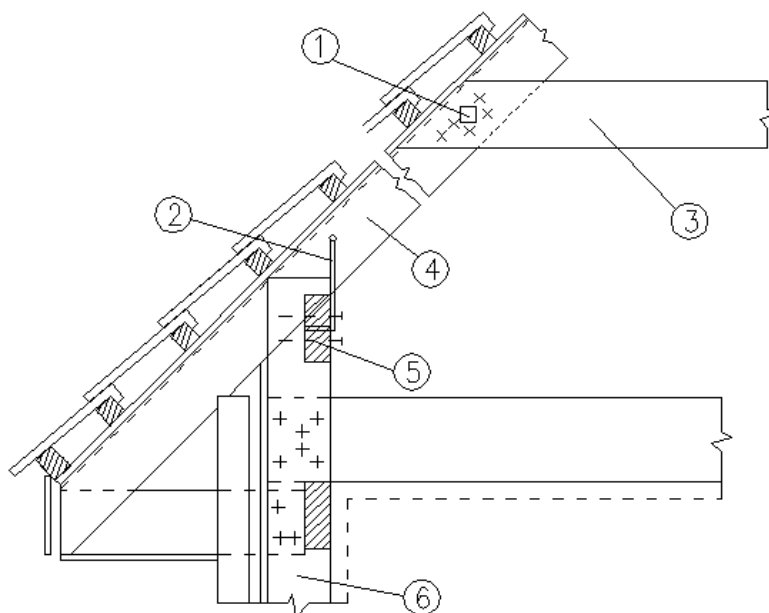
1. Стропила 5 x 15
2. Обрешетка 5 x 5
3. Опорный брус 5 x 10
4. Основной деревянный каркас скоба 5 x 10
5. Прогон 5 x 10
6. Стойка
7. Основной прогон
8. Толь



1. Коньковые накладки 2 (2.5 x 10)
2. Скоба
3. Проволочная тяга 4-5 мм
4. Ригель 5 x 15
5. Прогон 5 x 10
6. Наклесточное соединение
7. Стойка 5 x 10 шагом 100
8. Основной прогон
9. Толь



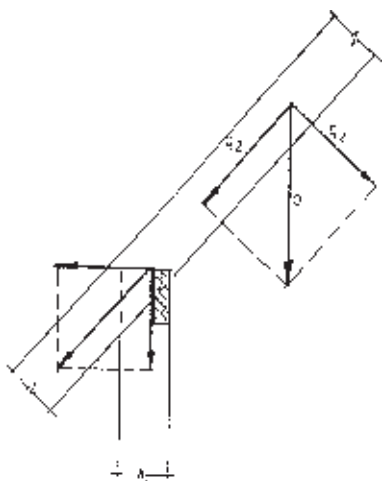
1. Болт
2. Скоба
3. Ригель
4. Стропила
5. Прогон
6. Каркасная стена



## 5. Нагрузки, влияющие на стропила и проверка прочности сечений

Стропила в общем случае опираются на мауэрлат или каркасно-стенной пояс, и в коньке на другие стропила. Для уменьшения пролета стропил используется система перекладин (ригелей) или подстропильных конструкций (прогонов), чтобы перенести нагрузку крыши на перекрытие или несущие стены. Пролетом стропил является длина стропил между мауэрлатом и коньком, или перекладиной (ригелем). Нагрузки, действующие на наклонные стропила делятся на две компоненты, из которых  $q_1$  (пересечение со стропилами) изгибает стропила и  $q_2$  (вдоль стропил), которая влияет на мауэрлат (стенной пояс). Горизонтальная компонента силы, действующей вдоль стропил, толкает мауэрлат и стену наружу. Для противодействия этой силе стропила должны быть надежно закреплены к мауэрлату или к поясу каркаса, чтобы предупредить смещение стропил наружу.

Из представленной схемы видно, что чем больше наклон крыши, тем больше составляющая  $q_2$  и меньше составляющая  $q_1$ , т.е. компонента, влияющая на прочность крыши меньше. В случае крыши с большим уклоном сечения стропил могут быть меньше.



В случае крыши с бетонной черепицей на стропила действуют следующие нагрузки:

Наклон	15 - 30 – 200 кгс/м <sup>2</sup>
	30 - 45 – 150 кгс/м <sup>2</sup>
	45 - 60 – 120 кгс/м <sup>2</sup>

### Расчет стропил:

Прочность стропил зависит от проема, нагрузок и сечений. Прочность сечения характеризует момент сопротивления  $W$ , который измеряется по формуле:

$$W = \frac{bh^2}{6}$$

$b$  – ширина стропила, см;                       $h$  – высота, см

Из формулы видно, что ширина стропила меньше влияет на прочность стропила, чем его высота, величина которой в квадрате. Проверка пролета стропила  $l$  выполняется по формуле:

$$l \leq \sqrt{\frac{8 \times R \times W}{q}}$$

$R$  - 130 кг/см<sup>2</sup> – прочность на изгиб древесины;  
 $q$  - сила, действующая на 1 см стропила, кг/см<sup>2</sup>  
 $W$  - момент сопротивления, см<sup>3</sup>



Например, 
$$l \leq \sqrt{\frac{8 \times 130 \times 187}{1,0 \times 2,0}} = 312 \text{ см}$$

при нагрузке  $200 \text{ кгс/м}^2$  ( $2,0 \text{ кгс/см}^2$ ), шаге стропил  $1,0 \text{ м}$ , с сечением  $5 \times 15 \text{ см}$ , допустимый пролет составляет  $3,1 \text{ м}$ . Для проверки сечения стропил под крышу с бетонной черепицей, в зависимости от проема стропил, шага и наклона крыши (нагрузки), составлена соответствующая диаграмма, которая приведена в Приложении 1.

Диаграмма распределена на поверхность, характеризующиеся наклоном крыши:  $15 - 30$ ,  $30 - 45$  и  $45 - 60$ .

## Пример использования диаграммы:

Стропила с пролетом  $400 \text{ см}$ , шагом  $100 \text{ см}$  должны иметь сечение по меньшей мере  $7,5 \times 15 \text{ см}$  или  $5 \times 18 \text{ см}$  (при нагрузке  $200 \text{ кгс/м}^2$ ).

При составлении диаграммы сечений стропил принимался дополнительный запас прочности равный  $10-15\%$ , для учета дополнительно возможных нагрузок. Дополнительными нагрузками могут быть снежные заторы, переходные мостики, антенны, возможные снежные мешки или оборудование, расположенное на крыше.

При осуществлении утепленной совмещенной кровли для здания, сечение стропил должно быть на одну ступень выше, чем представлено в диаграмме.

В случае стропил с шагом свыше  $120 \text{ см}$  целесообразно устанавливать дополнительные стропила, потому что в случае стропил с большим шагом могут возникнуть проблемы с прочностью обрешетки. В соответствии с произведенными расчетами, обрешетка сечением  $5 \times 5 \text{ см}$  с пролетом  $100 \text{ см}$  ломается уже под воздействием веса человека. Для обеспечения достаточной прочности стропил необходимо использовать обрешетку с размерами  $5 \times 7,5 \text{ см}$ .

Наиболее часть представлены следующие сечения и моменты сопротивления  $W \text{ см}^2$  стропил:

$4 \times 12 - 96 \text{ см}^3$	$5 \times 18 - 270 \text{ см}^3$	$7,5 \times 15 - 281 \text{ см}^3$
$5 \times 12 - 120 \text{ см}^3$	$5 \times 20 - 333 \text{ см}^3$	$\text{Ø}14 - 270 \text{ см}^3$
$4 \times 15 - 150 \text{ см}^3$	$7,5 \times 18 - 405 \text{ см}^3$	$\text{Ø}16 - 402 \text{ см}^3$
$5 \times 15 - 187 \text{ см}^3$	$7,5 \times 20 - 500 \text{ см}^3$	$\text{Ø}18 - 583 \text{ см}^3$

$W$  характеризует прочность стропил и позволяет устанавливать замену форм сечения стропил (сравнивать с круглыми).

**Например:** стропила  $5 \times 20 \text{ см}$ , для которых  $W$  составляет  $333 \text{ см}^3$  можно заменить на два стропила  $5 \times 15 \text{ см}$ , суммарная  $W$  которых составляет:

$$W = 2 \times 287 = 374 \text{ см}^3$$

## **6. Проверка перекладин (ригелей), подстропильных конструкций (прогоны и т.п.), столбов и потолочных ферм.**

Перекладины (ригели) стропил существующих домов имеют обычно сечение 5 x 15 см (5 x 10 см). Максимальная длина таких перекладин (ригелей) может быть до 3 м. В случае перекладин (ригелей) длиной свыше 3 м на каждую стропилу необходимо устанавливать 2 перекладины (ригели) и они должны быть объединены продольными накладками (с шагом 80 см – на гвоздях).

Если перекладины (ригели) используются в виде потолочных балок, то их сечение необходимо проверять по таблице рекомендованных сечений перекладин (ригелей) – потолочные балки чердаков. Необходимо обратить особое внимание на соединения стропил.

Сечение подстропильных конструкций (прогонов) зависит от шага опорных столбов. В случае небольшого шага подстропильных конструкций (прогонов) их сечение может быть меньше, при этом и потолочные балки нагружены равномерно.

Над потолочными балками, под столбами подстропильных конструкций (прогонов), должно быть установлено деревянное основание (по меньшей мере 10 x 10 см), чтобы более равномерно распределить нагрузку на потолочные балки.

Для подстропильных конструкций (прогонов) 5 x 10 (5 x 15) см, установленных частями, шаг между столбами должен быть примерно 1 м. Для нормально установленных подстропильных конструкций (прогонов) шаг столбов может быть примерно 2 м.

Допустимая длина для столбов сечением 5 x 10 (5 x 15) см может составлять 1,5 м. Для столбов сечением 10 x 10 см допустимая длина составляет примерно 3 м (гибкость в соответствии с действующими нормами).

Для проверки сечения (несущей способности) потолочных балок в Приложении 2 приведены таблицы отдельно для перекрытия и для чердака.

В таблицах не учтены дополнительные нагрузки на крышу, возникающие от перекладин (ригелей), которые необходимо проверять в каждом конкретном случае.

## **7. Усиление и продление стропил.**

Если при проверке прочности стропил, в соответствии с диаграммой, сечение стропил окажется недостаточным, то самым простым способом исправить ситуацию является уменьшение пролета стропил. Для этого под стропилами необходимо установить подстропильные конструкции (прогоны), перекладины (ригели) и опорные столбы.

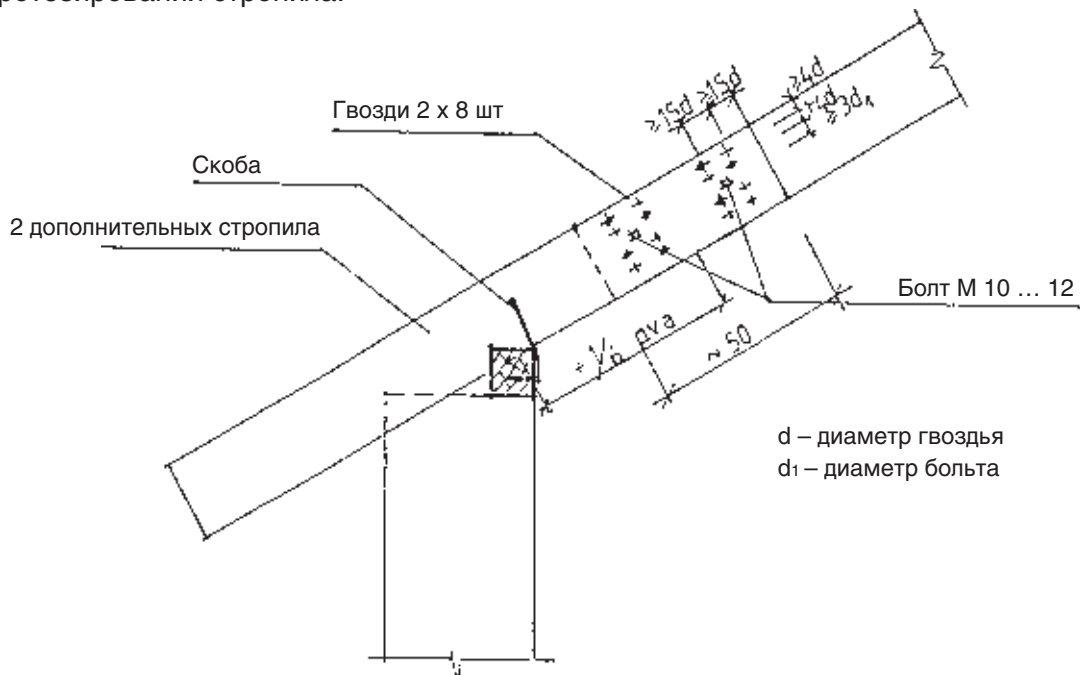
При применении перекладин (ригелей) их надо опереть на несущие стены или потолочные балки как можно ближе к опорам.

Если потолочные балки слабы (рассчитаны на нагрузку чердака – при хождении потолок прогибается, становится зыбким), то необходимо отказаться от опоры перекладин (ригелей) на потолок и для нахождения решения проконсультироваться с проектировщиком.

В случае стропил с шагом свыше 120 см и сечением, не обеспечивающем достаточную прочность, необходимо к уже имеющимся стропилам добавить дополнительные стропила.

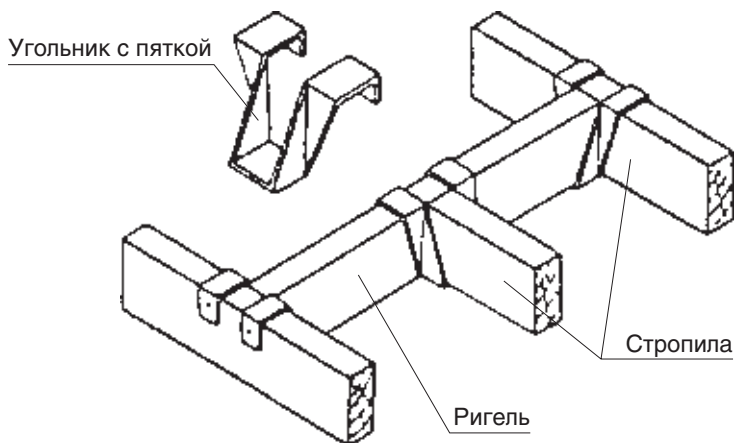
Если на стропилах имеются повреждения, например, признаки гниения от образовавшихся протечек, то стропила необходимо протезировать. Устанавливать протезы можно только в непосредственной близости от опор. В случае обнаружения повреждения в пролетах, стропила необходимо заменить.

Деталь протезирования стропила:



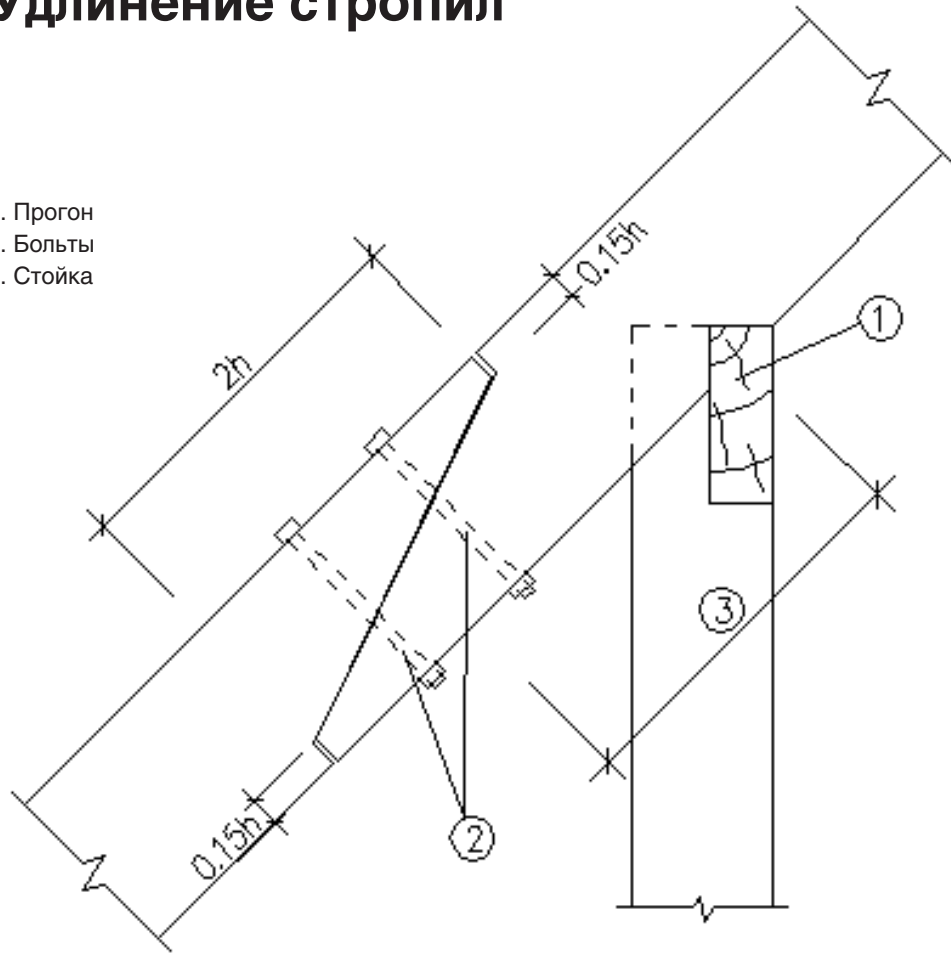
Применение балки ригеля для одного стропила (т.е. поддержка при помощи балки ригеля соседних стропил), расположенного около труб и слуховых окон, не создает проблем. При применении балки ригеля для нескольких стропил, соседние стропила должны быть достаточно прочными.

Необходимо обратить особое внимание на крепление ригелей, которое должно быть изготовлено в виде металлического башмака.

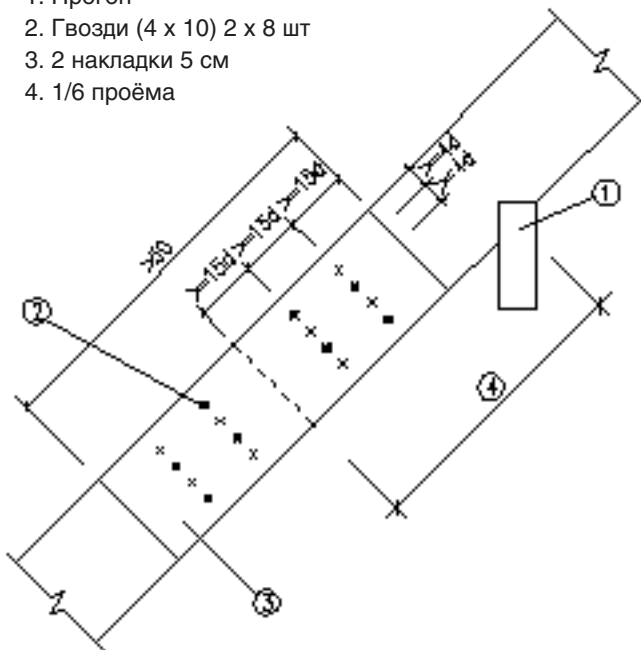


# Удлинение стропил

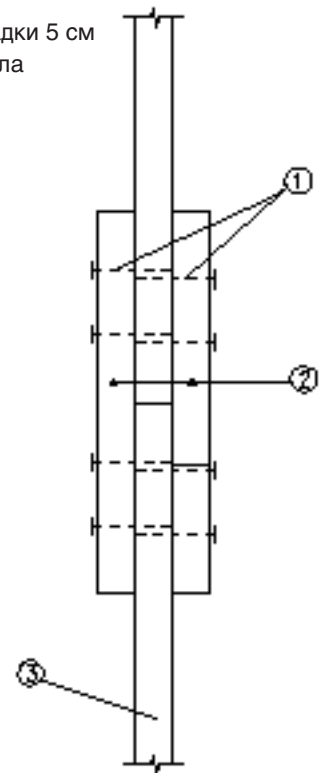
1. Прогон
2. Болты
3. Стойка



1. Прогон
2. Гвозди (4 x 10) 2 x 8 шт
3. 2 накладки 5 см
4. 1/6 проёма



1. Болты
2. 2 накладки 5 см
3. Стропила



## 8. Утепление крыши

При замене кровельного покрытия рекомендуется построить чердачный этаж (мансарду) для использования его в качестве жилых помещений. В случае аккуратно построенных стропил и при их достаточной прочности, утепление кровли является вполне достижимым. Дополнительная нагрузка, образующаяся при утеплении и установке плит Гуркос, не является существенной для стропил. Наиболее оптимальной высотой стропил для утепленной кровли являются 20, 22 см, при укладке утепления толщиной 20 см.

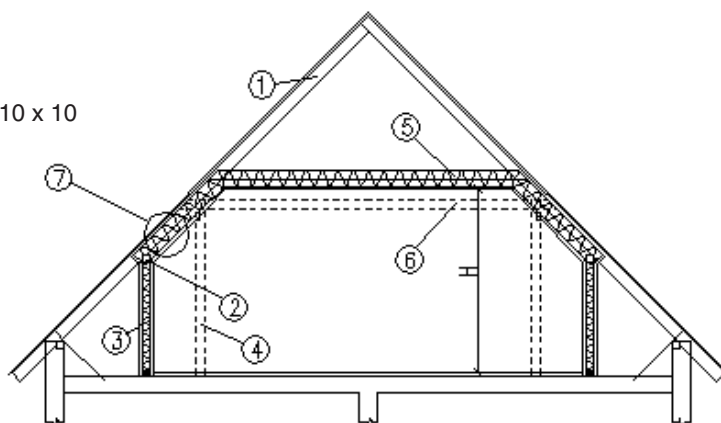
Высоту стропил можно увеличить, если прибить к стропилам дополнительные брусья. Прибитые к стропилам брусья не увеличивают прочности стропил.

Части необходимо поднять перекладины (ригели) и перенести подстропильные конструкции (прогоны). Если стропила не имеют продолжения в месте подстропильных конструкций (прогонов), то можно поднимать перекладины (ригели) и переносить подстропильные конструкции (прогоны).

При изменении пролета стропил, необходимо проверить их прочность в соответствии с диаграммой, приведенной в Приложении 1.

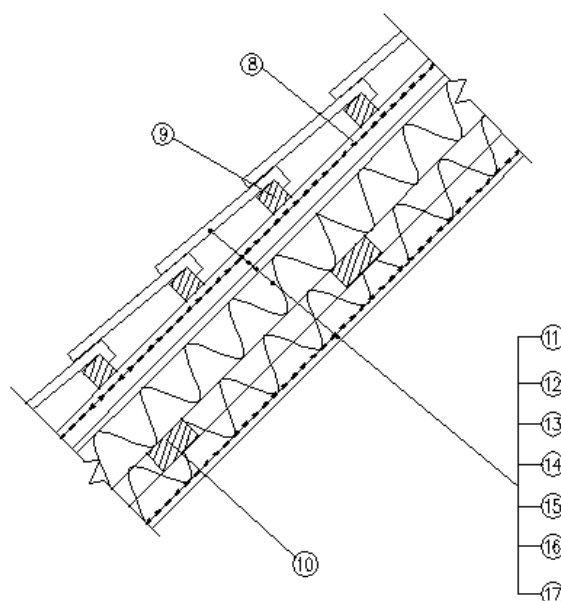
Необходимо обратить особое внимание на прочность потолочных балок. В большинстве случаев потолочные балки предусмотрены для чердачных нагрузок и при добавлении нагрузок от пола чердачного жилого помещения, их прочность становится недостаточной. Одно из решений по утеплению крыши представлено на ниже приведенном чертеже.

1. Стропила 5 x 15
2. Подстропильные конструкции (прогоны) 10 x 10
3. Стойка 5 x 15
4. Ликвидируемые подстропильные конструкции (прогоны)
5. Поднятые перекладины (ригели)
6. Имеющиеся перекладины (ригели)
7. Узел «А»



### Узел «А»

8. Дистанционная рейка
9. Обрешетина 5 x 5 см
10. Каркас 2 x 5 x 10
11. Черепица
12. Подстил
13. Воздушный (вентилирующий) зазор 7,0...10,0 см
14. Ветрозащитная плита
15. Утепление теплоизоляция
16. Парозащита
17. Покрывная плитка на металлическом каркасе



## 9. Выводы

Если вы решили приступить к замене кровельного покрытия, то в первую очередь необходимо проверить состояние конструкции с целью выяснения ее прочности, возможных прежних строительных ошибок и повреждений.

В качестве примера проанализируем состояние конструкции крыши жилого дома, построенного в 50-60-ые годы:

Жилой дом имеет двухскатную крышу с уклоном  $45^\circ$ , которая покрыта этернитом. В качестве стропил используются брусья  $5 \times 15$  см с шагом 100 см и стропила соединяются перекладинами (ригелями) сечением  $5 \times 15$  см. Пролет стропил от мауэрлата (или каркасно-стенного пояса) до подстропильной конструкции (прогона) составляет 3 м и длина перекладины (ригеля) составляет 3,5 м.

В соответствии с диаграммой, представленной в приложении 1 к настоящим указаниям, проверяем прочность стропил и видим, что стропила сечением  $5 \times 15$  см являются достаточно прочными.

Одной перекладины (ригеля) сечением  $5 \times 15$  см и длиной 3,5 м явно недостаточно: учитывая то, что перекладины (ригели) сжаты, то они могут стать зыбкими. Перекладины (ригели) необходимо укрепить в соответствии с указаниями, приведенными в пункте 6, т.е. необходимо добавить дополнительную перекладину (ригель)  $5 \times 15$  см и соединить их с помощью накладок. Если в перекладине только один брус, то его сечение должно быть  $7,5 \times 20$  см.

Если планируется утеплить чердачный этаж, при этом перекладины (ригели остаются потолочными балками), то прочность перекладины (ригеля) необходимо проверить в соответствии с таблицей, приведенной в Приложении 2. Из таблицы узнаем, что с точки зрения прочности перекладина (ригель) должна быть размерами  $5 \times 18$  см. Если к перекладине (ригелю) прибить потолочную обрешетку, то условие зыбкости будет выполнено.

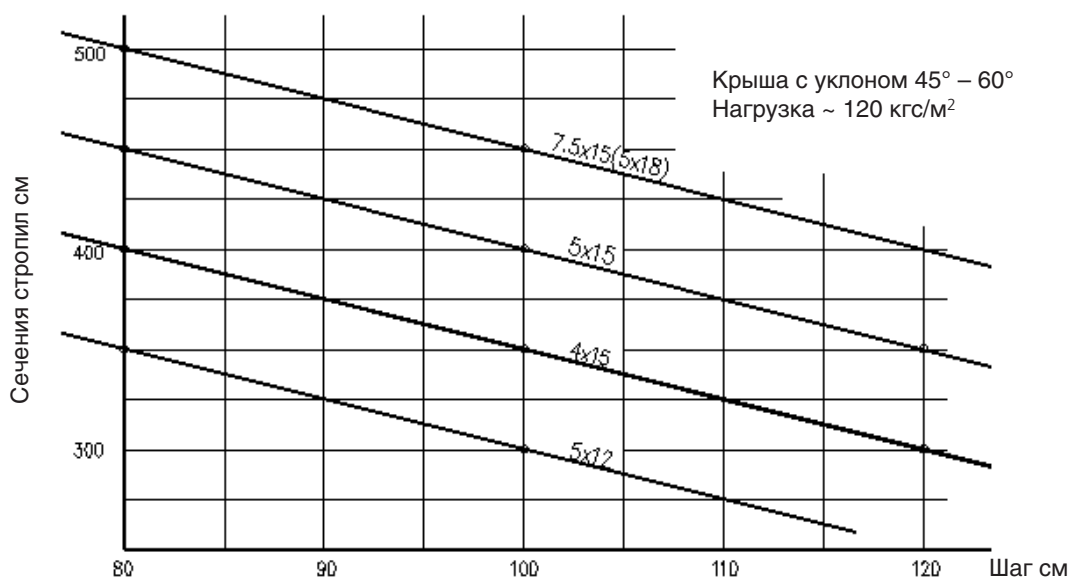
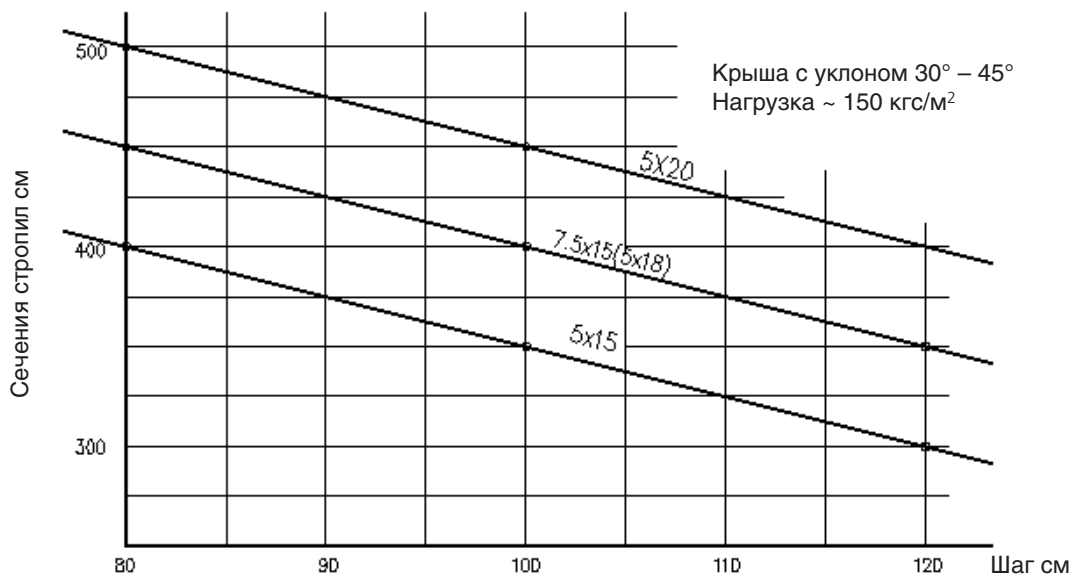
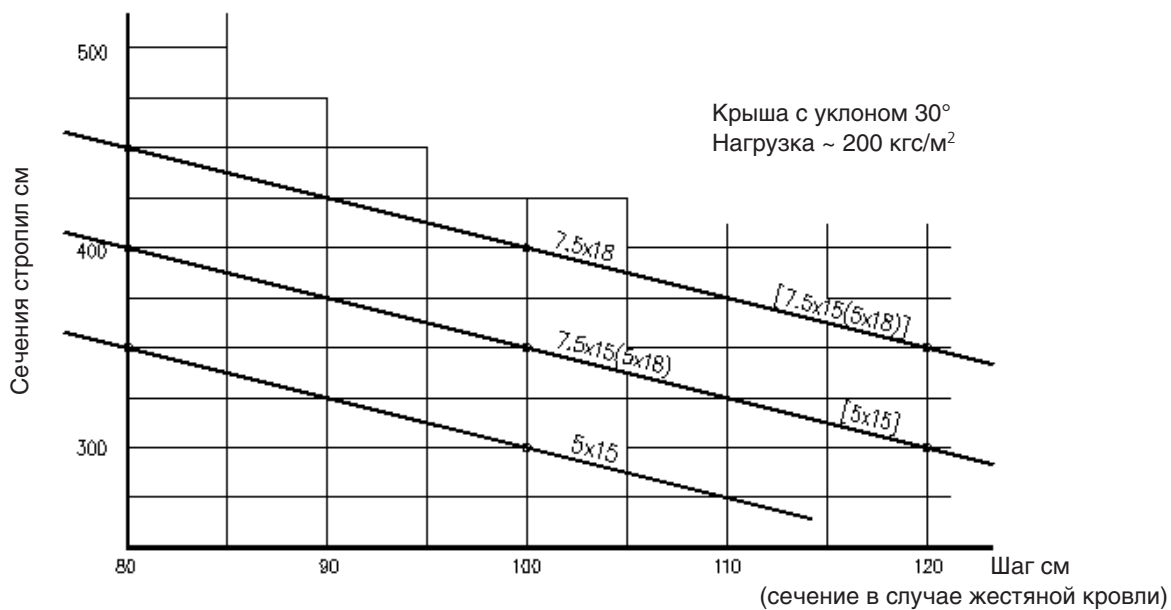
Дальше необходимо рассмотреть гвоздевые соединения стропил и перекладин (ригелей) и крепление стропил к мауэрлату (или каркасно-стенному поясу). К мауэрлату стропила должны быть прикреплены с помощью скоб и надежно закреплены при помощи анкеров к стене или к потолочным балкам. В узле, соединяющем стропила и перекладину (ригель) должно быть 4-5 гвоздей. Расстояние от гвоздя до торца перекладины (ригеля) и между собой вдоль волокон должно быть, в соответствии с нормами,  $15 d$  или 7,5 см (где  $d$  – диаметр гвоздя. Расстояние между гвоздями вдоль волокон должно быть  $4 d$  или 2 см). Если перекладина (ригель) будет использоваться в качестве потолочной балки, то в соединительный узел необходимо добавить болтовое соединение.

В случае повреждений стропил, их необходимо протезировать в соответствии с чертежами, представленными в настоящих указаниях.

В итоге мы видим, что рассматриваемые конструкции крыш зданий не требуют существенных дополнений кроме усиления перекладин (ригелей) и узлов. После осуществления этих работ можно быть уверенным в том, что конструкция крыши пригодна для покрытия бетонной черепицей.

При составлении калькуляции в отношении укладки бетонной черепицы, можно убедиться в том, что строительство черепичной крыши не дороже, чем использование других кровельных покрытий.

# Приложение 1



## Приложение 2

### Необходимое сечение деревянных балок см (ширина x высоту)

	Проем в метрах					
	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5
<b>Потолочные балки с шагом</b>						
0,7 м	4 x 18	5 x 20	7,5 x 20	7,5 x 22	10 x 20	10 x 25
				5 x 22	5 x 25	7,5 x 25
0,8 м	5 x 18	6 x 20	6 x 22	10 x 22	10 x 25	10 x 25
					6 x 25	
1,0 м	6 x 18	7,5 x 20	7,5 x 20	10 x 22	10 x 25	
		5 x 22	5 x 25	7,5 x 25		
<b>Чердачные потолочные балки с шагом</b>						
0,7 м	6 x 13	4 x 18	5 x 18	6 x 20	6 x 22	7,5 x 22
					5 x 25	5 x 25
1,0 м	5 x 15	5 x 18	5 x 20	6 x 22	7,5 x 22	10 x 22
				5 x 25	5 x 25	7,5 x 25

**Примечания:**

1. Расчетная нагрузка: для перекрытий потолка этажа 300 кг/м<sup>2</sup>; для чердачных потолков всего 200 кг/м<sup>2</sup>;
2. Расчетный разрешаемый прогиб: 1/200 от пролета.



# Приложение 3

Фотографии (жилые дома с обновленными черепичными крышами).





# Приложение 3

Фотографии (жилые дома с обновленными черепичными крышами).

