

## БЕСПРОГОННЫЕ КРОВЕЛЬНЫЕ ОГРАЖДАЮЩИЕ КОНСТРУКЦИИ. ПРЕИМУЩЕСТВА ПРИМЕНЕНИЯ, РЕШЕНИЯ ДЛЯ ЗОН СНЕГОВОЙ АККУМУЛЯЦИИ

**К**онструкции ограждающие – это строительные конструкции, предназначенные для изоляции внутренних объемов в зданиях и сооружениях от внешней среды или между собой с учётом нормативных требований по прочности, теплоизоляции, гидроизоляции, пароизоляции, воздухопроницаемости, звукоизоляции, светопрозрачности и т.д.

Это обозначение наиболее точно передает все функции, которые выполняют кровельные и стеновые ограждающие конструкции. При этом первичные требования, которые налагаются на них в промышленном строительстве это:

- прочность и долговечность;
- экономическая целесообразность применения того или иного конструктивного решения;
- теплотехнические свойства;
- огнестойкость; скорость монтажа;
- простота и доступность эксплуатации.

В частном (коттеджном) строительстве на первый план выходит эстетический аспект конструктивного решения ограждающих конструкций, что приводит к многообразию как архитектурных форм и типов конструкций кровли и фасада, так и применяемых материалов.

В промышленном строительстве конструкция теплой кровли представляет собой трехслойный «пирог», состоящий из несущего (нижнего) профнастила, утеплителя (термоизоляции) и внешнего верхнего элемента. В качестве верхнего элемента может выступать профнастил, фальцевый профиль или рулонный материал (различного типа мембраны или резе рубероид).

Выбор внешнего элемента теплой кровельной конструкции (металл или рулонный материал) определяется проектным решением и является основополагающим при подборе плотности утеплителя, так как при использовании рулонного материала именно плитный утеплитель воспринимает распределенную и точечную нагрузки на кровлю и передает ее несущему профнастилу, поэтому утеплитель должен быть жестким, плотностью не менее 145 кг/м<sup>2</sup>. В слу-



**В.В. Пархоменко**  
главный инженер  
компании Прушиньски

чае применения двухслойного утепления кровли допускается использование нижнего слоя с меньшей плотностью. Такой тип кровельной конструкции называется мягкой кровлей. Ее минимальный уклон в отдельных случаях может быть 0°.

В случае применения в качестве верхнего элемента кровельной ограждающей конструкции профнастила именно он воспринимает нагрузку на кровлю и посредством дистанционного прогона передает ее несущему профнастилу. При таком решении кровли, называемом «жесткая кровля», можно применять менее плотную вату с лучшими теплотехническими показателями.

Помимо разделения теплой кровельной конструкции по типу *верхнего элемента* на мягкую и жесткую, также существует разделение по типу нижнего *несущего элемента* на кровлю с **применением** и **без применения** прогонов.

Прогонная схема предполагает установку кровельных прогонов (швеллер, двутавр, оцинкованный Z-профиль), на которые монтируется несущий профнастил.



Профнастил Т40, смонтированный в прогонной схеме при шаге Z-прогонов 1750 мм

Развитие технологических возможностей проката, наличие и доступность различных толщин металла (от 0,5 до 1,5 мм), а также возможность применения высокопрочных конструкционных марок стали европейского производства (S320 и S350 согласно EN 10027) позволяют прокатчикам производить высокие несущие профнастилы (высотой от 90 мм до 160 мм). Благодаря этому существует возможность отказаться от кровельных прогонов и укладывать несущий профнастил непосредственно на элементы каркаса (фермы, балки), а также перекрывать пролеты от 4000 до 9000 мм.



Профнастил Т135, смонтированный в беспрогонной схеме кровли при шаге ферм 6000 мм

Беспрогонная схема кровельной ограждающей конструкции в последнее время широко применяется в проектах благодаря ряду преимуществ:

- Уменьшение нагрузки на несущие конструкции (балки/фермы, колоны) и фундамент за счет снижения веса кровельного ограждения.
- Упрощение и ускорение монтажных работ – несущий профнастил в указанной схеме выполняет одновременно функцию прогона и нижнего профнастила.
- Снижение стоимости монтажа по причине уменьшения объема работ, а также отсутствия сварочных работ (как в случае применения кровельных прогонов).
- Возможность крепить дополнительное оборудование непосредственно к несущему профнастилу (если во время подбора профиля и его толщины была учтена дополнительная сервисная нагрузка).
- Перекрытие пролетов до 9000 мм расширяют возможности пространственно-конструктивных схем здания.

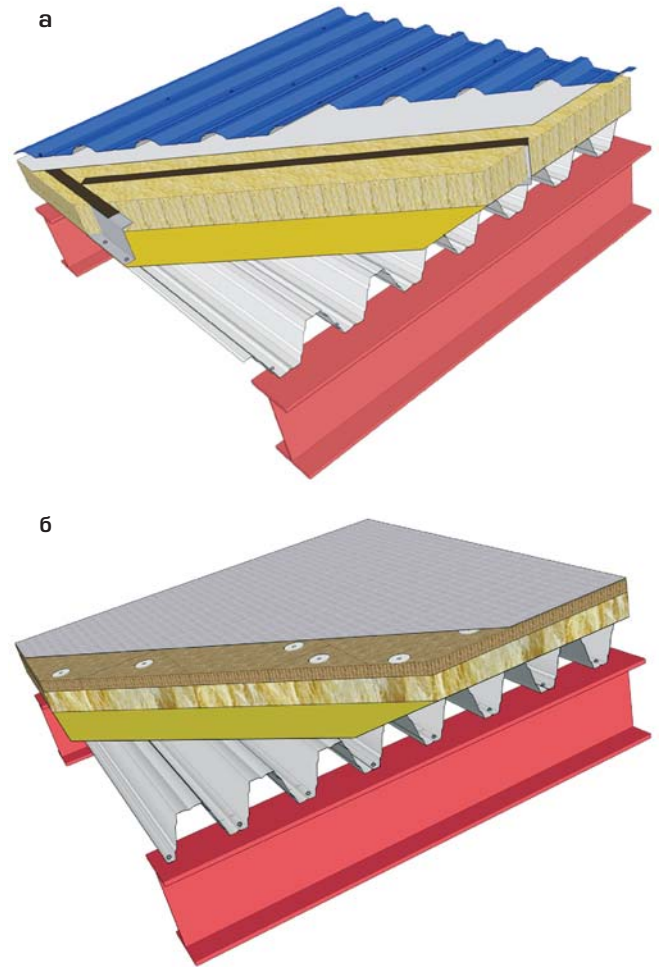


Рис. 1. Жесткая (а) и мягкая (б) кровля в беспрогонной схеме

Беспрогонная схема кровельного ограждения универсальна с точки зрения применения верхнего элемента «кровельного пирога», так как при таком решении возможно применять как профнастил (жесткая кровля, рис. 1,а), так и рулонный материал (мягкая кровля, рис. 1,б).

Значение сочетаний нагрузок на кровельное ограждение (постоянных и переменных) неравномерное по всей поверхности кровли. В большинстве случаев снеговая нагрузка, которая относится к переменным, наиболее влияет на неравномерность значения действующих нагрузок на разных участках кровли и напрямую зависит от  $\mu$  – коэффициента перехода от веса снегового покрова на поверхности земли к снеговой нагрузке на покрытие (ДБН В.1.2-2:2006). Коэффициент  $\mu$  определяется в зависимости от формы кровли и схемы распределения снеговой нагрузки и указывает на места накопления снега – «снеговые мешки». Это перепады на кровле,

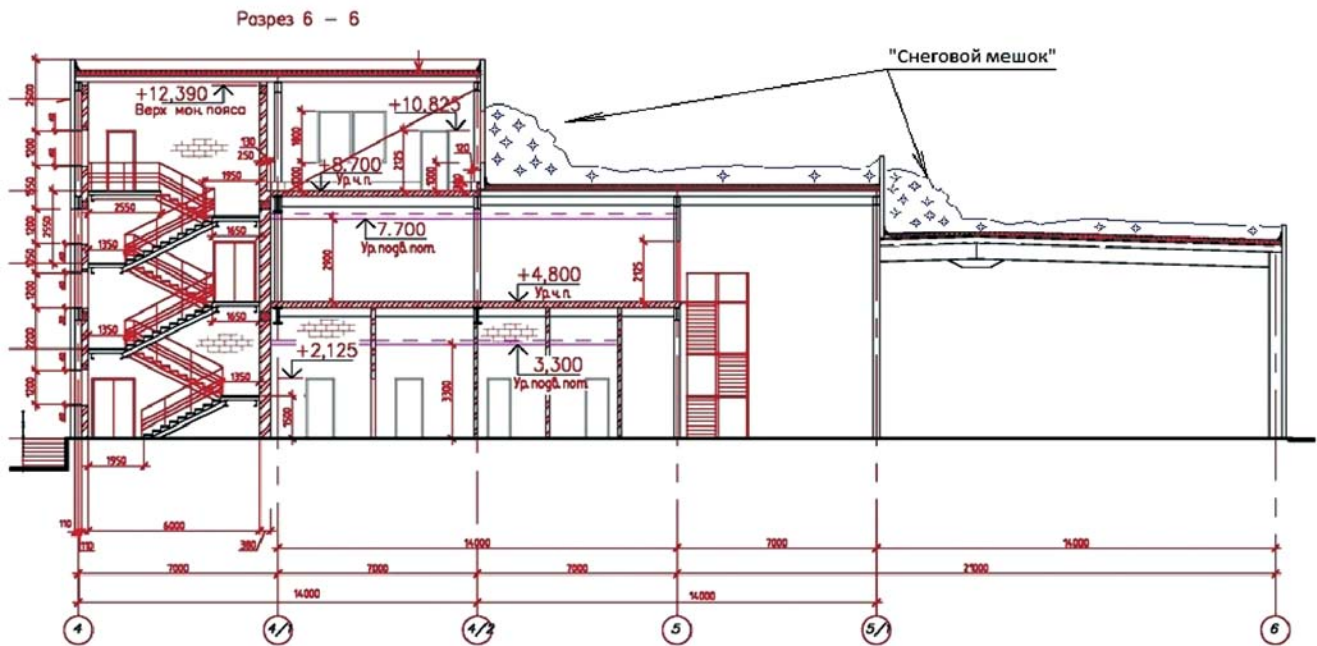


Рис. 2. Пример неравномерного распределения снеговой нагрузки на кровельное ограждение

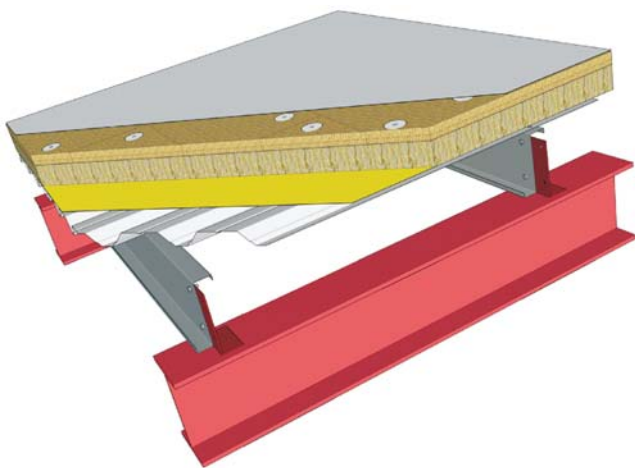


Рис. 3. Прогонная схема кровельной ограждающей конструкции

места у световых фонарей, примыканий, парапетов, возле оборудования и т.д. (рис. 2) и характеризуются повышением снеговой нагрузки. В отдельных случаях увеличение нагрузки в местах снеговой аккумуляции может достигать 400 %.

На рисунке 2 вдоль осей 4/2 и 5/1 указаны места повышенной снеговой нагрузки, которая действует на кровельное ограждение, при этом площадь «снеговых мешков» зачастую гораздо меньше площади кровли с нормальной нагрузкой.

Кровельная ограждающая конструкция должна воспринимать нагрузку, в т.ч. и в местах снеговой аккумуляции, и передавать ее несущим конструкциям (балкам/фермам, колонам и фундаменту). Очевидно, что в местах повышенной

снеговой нагрузки возникает необходимость усилить конструкцию кровли.

В случае применения на кровле прогонной схемы (рис. 3) самым распространенным и простым решением является уменьшение шага прогонов в местах снеговой аккумуляции, например, на основной части кровли принят шаг 1750 мм, а в местах «снеговых мешков» принимают 875 мм (рис. 4).

При конструктивном решении кровельной ограждающей конструкции в беспрогонной схеме, трехслойный теплый «пирог» покрытия укладывается непосредственно на элементы несущего каркаса (или фермы, или балки), шаг которых, в большинстве случаев, в «снеговых мешках» изменить невозможно. Поэтому существует два способа увеличения несущей способности нижнего профнастила: увеличение толщины металла, из которого производится несущий профнастил и установка накладок или перенахлест листов на опорах (рис. 5).

Первый вариант, как правило, применяется в случаях незначительной разницы между нагрузкой на основной части кровли и в «снеговых мешках», например, у парапета.

В случаях, когда перепады на кровле большие и значения коэффициента  $\mu$  равняется 3 или 4 не всегда достаточно увеличить толщину профнастила. В таких местах применяется второй вариант увеличения несущей способности профнастилов:

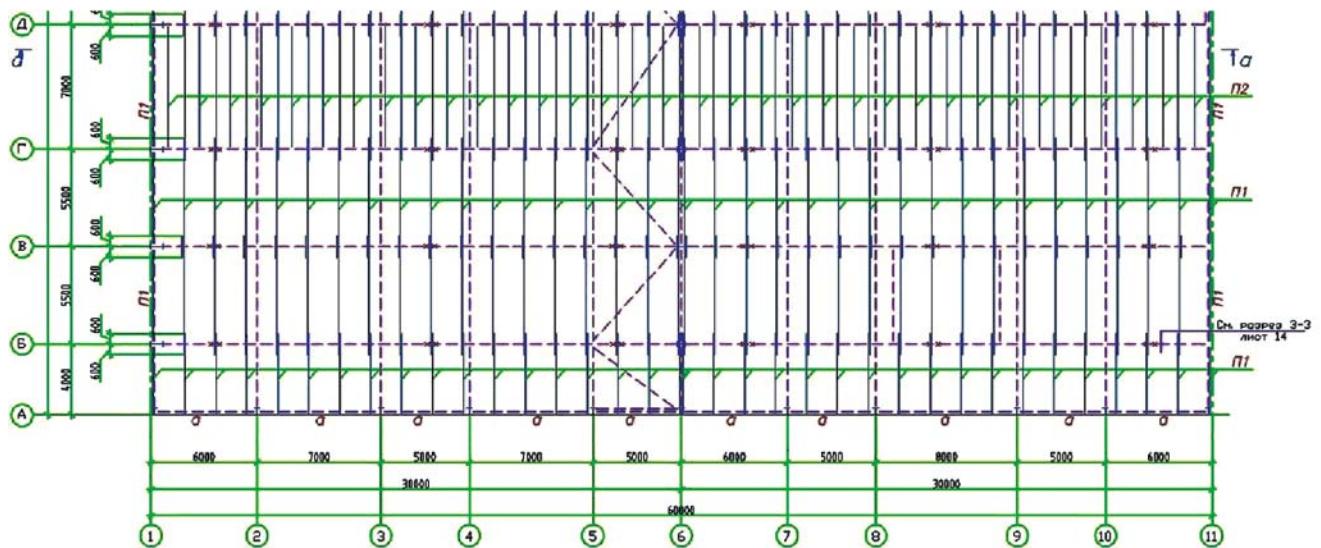


Рис. 4. Усиление прогонной схемы кровельной конструкции путем учащения кровельных прогонов в осях Г–Д

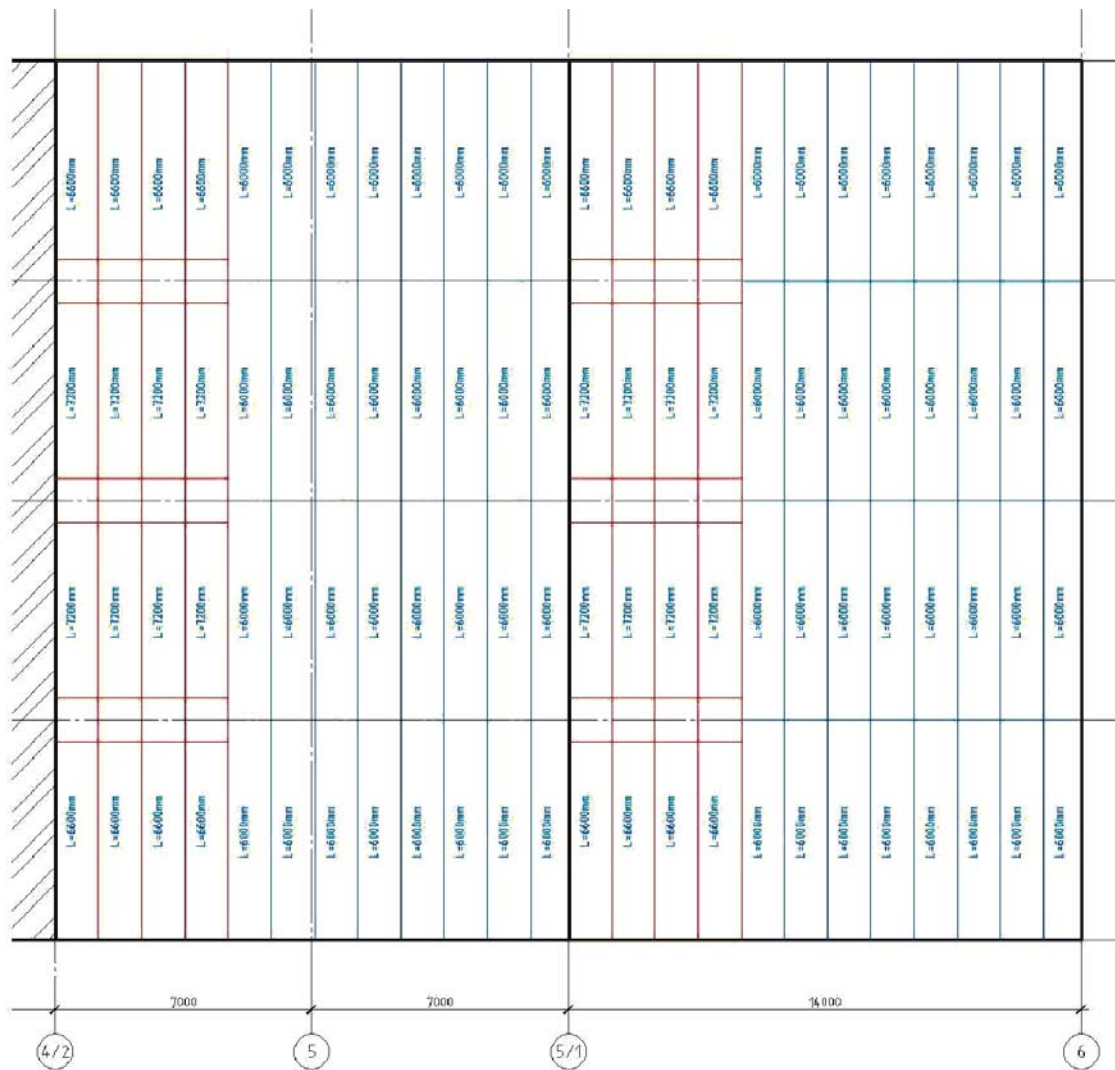


Рис. 5. Перенахлест профнастила на кровельных балках для увеличения несущей способности в местах снеговой аккумуляции вдоль осей 4/2 и 5/1

- усиление за счет монтажа накладок на опоре (рис. 6);
- усиление путем монтажа профнастила с перенахлестом на опоре (рис. 7).

Натурные испытания несущих профнастилов Т92, Т135, Т150, Т160 в указанных системах усиления показали увеличение несущей способности в среднем на 25 % при применении накладок и на 75 %–80 % при использовании перенахлеста на средней опоре.

Результаты, полученные во время испытаний профиля Т150 толщиной 0,75 мм, приведены в таблице.

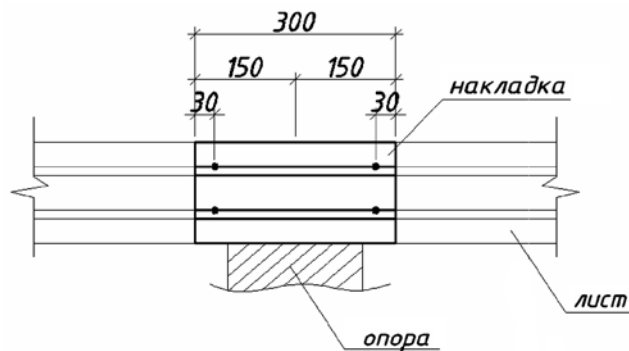


Рис. 6. Накладка из профнастила длиной 300 мм на средней опоре

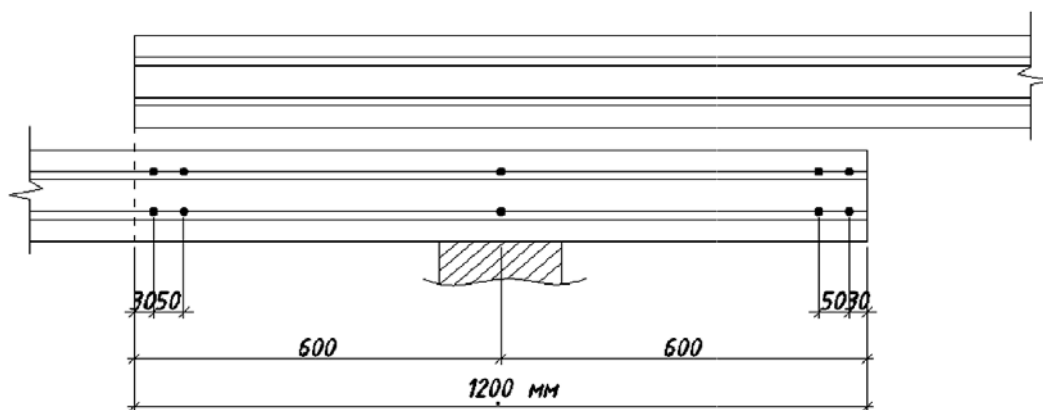


Рис. 7. Перенахлест профнастилов на средней опоре на  $0,1L$  (где  $L$  – расстояние между опорами)

#### Фактическая нагрузка при контрольных прогибах для образцов профнастила Т150 0,75мм

| Контрольный прогиб   | Т150-0.75<br>1-пролетная<br>схема опирания | Т150-0.75<br>2-пролетная<br>схема опирания | Т150-0.75<br>2-пролетка<br>с накладкой | Разница в %<br>по сравнению<br>с 2-пролеткой | Т150-0.75<br>перенахлест<br>на опоре | Разница в %<br>по сравнению<br>с 2-пролеткой |
|----------------------|--------------------------------------------|--------------------------------------------|----------------------------------------|----------------------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------------------|
| L/300                | 1,06                                       | 2,16                                       | 2,25                                   | +4 %                                         | 2,31                                 | +7 %                                         |
| L/200                | 1,55                                       | 2,49                                       | 3,05                                   | +22 %                                        | 3,34                                 | +34 %                                        |
| L/150                | 2,02                                       | 2,49                                       | 3,05                                   | +22 %                                        | 4,24                                 | +70 %                                        |
| Разрушающая нагрузка | 3,27                                       | 2,49                                       | 3,05                                   | +22 %                                        | 4,34                                 | +74 %                                        |

Таким образом, после точного определения значения нагрузок, действующих в разных местах кровли, можно определить наиболее эффек-

тивный и экономически целесообразный метод увеличения несущей способности конструкции кровельного ограждения.

Надійшла 12.05.2015 р.