

МЕЖДУНАРОДНЫЙ НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ СЕМИНАР

**ВОПРОСЫ ВНЕДРЕНИЯ НОРМ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И  
СТАНДАРТОВ ЕВРОПЕЙСКОГО СОЮЗА  
В ОБЛАСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА**

(г. Минск, БНТУ — 22–23.05.2013)

УДК 624.012.45

**ИССЛЕДОВАНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ  
ПОКРЫТИЯ ИЗ ТРЕХСЛОЙНЫХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ  
ПАНЕЛЕЙ С УТЕПЛИТЕЛЕМ  
ИЗ МИНЕРАЛОВАТНЫХ ПЛИТ**

*БАРАНЧИК В.Г., МИНЧЕНЯ Т.П., БАРАНЧИК А.В.*  
Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

В Республике Беларусь широко применяются трехслойные металлические панели с утеплителем, в том числе и из минераловатных плит. Белорусские фирмы, выпускающие панели, зарекомендовали себя с положительной стороны не только у нас в республике, но и за ее пределами. Однако материалы статьи говорят о том, что еще не все производители могут гарантировать качество своей продукции.

Исследуемое здание - одноэтажное прямоугольной формы, размером в плане 33,0×126,0 м. Высота здания в коньке – 8,6 м, считая от уровня чистого пола здания. Общий вид объекта см. на рисунке 1. Здание каркасное, выполнено в смешанном каркасе - колонны и ограждающие конструкции железобетонные, покрытие по стальным стропильным конструкциям. Основными несущими конструкциями здания являются: столбчатые фундаменты; железобетонные сборные колонны квадратного сечения; стены из трехслойных панелей с металлическими обшивками с утеплителем из минераловат-

ных плит и из сборных однослойных железобетонных панелей; стальные прогоны; стальные стропильные балки и треугольные фермы покрытия; трехслойные металлические панели покрытия с утеплителем из минераловатных плит.

Наружные стены здания в осях «А», «Г» выполнены из сборных однослойных железобетонных панелей. Торцевые стены здания по осям «1», «22» выполнены из трехслойных панелей с металлическими обшивками с утеплителем из минераловатных плит.

На железобетонные колонны в осях «А-Б», «В-Г» опираются стропильные стальные прокатные балки. Балки двутаврового сечения прокатные, имеют высоту – 294 мм, ширину полки – 99,8 мм, толщину полки – 12,0 мм. Пролет балок – 7,5 м, балки уложены по уклону  $i=0,264$ .

В пролете «Б-Г» стропильные конструкции выполнены в виде треугольных ферм. Фермы изготовлены из замкнутых гнутосварных профилей в заводских условиях. Верхний и нижний пояса ферм выполнены из профиля  $\square 120 \times 100 \times 6$ , решетка из профиля  $\square 80 \times 5$ .

Для опирания панелей покрытия по балкам и фермам уложены стальные прогоны. Прогоны - прокатные швеллеры с высотой сечения – 200 мм, шириной полки 76,0 мм. Прогоны закреплены к коротышам из уголка, закрепленным к верхнему поясу ферм. В местах стыка панелей к прогонам доварены дополнительные элементы из равнополочного уголка 63х6, т.к. стык панелей по длине не был предусмотрен и разработан в проекте на здание.

Геометрическая неизменяемость и пространственную жесткость покрытия обеспечивается системой связей.

В осях «1-2», «9-10», «10-11», «21-22» установлены поперечные горизонтальные связи по верхним поясам ферм. Нижние пояса ферм имеют продольные связи в виде распорок из замкнутого гнутосварного профиля  $\square 100 \times 8$  через 6,0 м по длине. Продольные связи по верхним поясам ферм выполнены в виде распорок из спаренных уголков 75х5.

Для снижения изгибающих моментов от скатной составляющей, пролет прогонов в плоскости ската уменьшен за счет постановки тяжей из круглой стали  $\varnothing 16$ , подкрепляющих прогон в середине пролета. Тяжи воспринимают скатную составляющую и передают её в коньковые узлы стропильных ферм. Дефектов снижающих не-

сущую способность ферм прогонов и балок покрытия в ходе выполнения работ не обнаружено.



Рисунок 1. Общий вид объекта.

Панели покрытия здания – трехслойные с утеплителем из минераловатных плит изготовленные в 2011 г.

Панели покрытия здания опираются на стальные прогоны, уложенные с шагом по горизонтали 3,0 м. Шаг прогонов по уклону составляет 2,95 – 3,15 м. Панели покрытия трехслойные с утеплителем из минераловатных плит - Минераловатные плиты производства ОАО «Гомельстройматериалы». Панели имеют толщину 120 мм. Верхняя и нижняя обшивка панелей изготовлена из оцинкованной стали с защитным полимерным покрытием. Стык панелей принят с замком Roof-Lock.

Панели выполнены по двухпролетной неразрезной схеме. Площадь опирания панелей на прогон составляет для крайних панелей 60 – 65 мм (ширина уголка), для средних – 76 мм (ширина полки швеллера). Панели закреплены на прогонах при помощи 4-х саморезов на каждом прогоне.

Из дефектов панелей покрытия следует отметить: некоторые панели имеют вздутия верхней обшивки с отслоением верхнего слоя обшивки (см. рисунок 2); некоторые панели имеют расслоение

верхней и нижней обшивок от слоя утеплителя (см. рисунок 3). Прогибы данных панелей составляют до 120 мм. Панели фактически лежат на связях между прогонами (см. рисунок 4, 5).

Поверочные расчеты исследованных строительных конструкций покрытия здания выполнены в соответствии с требованиями действующих норм [1-6] на фактические характеристики материалов с сохранением конструктивной схемы здания.

Расчет балок покрытия, уложенных в осях «А-Б», «В-Г», выполненных из широкополочного двутавра №30Ш1 показал, что балки обладают достаточной несущей способностью для восприятия эксплуатационных нагрузок.

Расчет ферм покрытия уложенных в осях «Б-В», выполненных из замкнутых гнутосварных профилей, показал, что фермы покрытия обладают достаточной несущей способностью для восприятия эксплуатационных нагрузок.



Рисунок 2. Отслоение верхней обшивки на промежуточной опоре трехслойных панелей с утеплителем из минераловатных плит.



Рисунок 3. Расслоение трехслойных панелей с утеплителем из минераловатных плит.

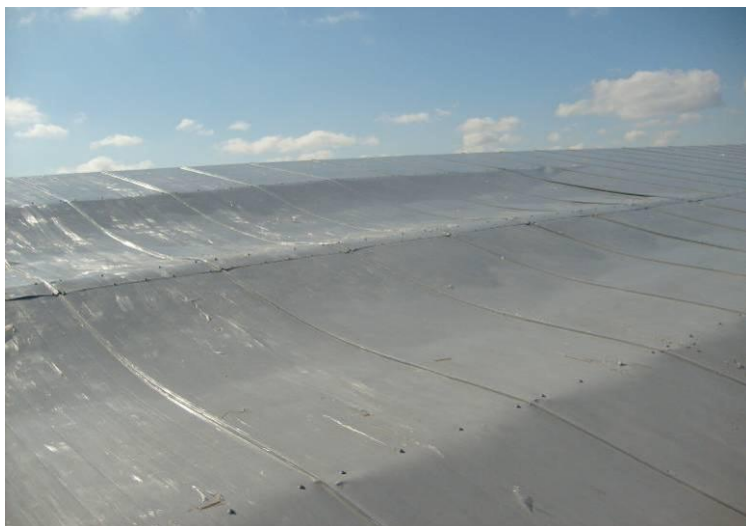


Рисунок 4. Прогобы в пролете «А-В» трехслойных панелей с утеплителем из минераловатных плит.



Рисунок 5. Прогобы в пролете «А-В» трехслойных панелей с утеплителем из минераловатных плит.

Расчет прогонов покрытия показал, что при принятой схеме покрытия (с укладкой трехслойных панелей с утеплителем из минераловатных плит), несущая способность прогонов недостаточна для восприятия эксплуатационных нагрузок. Перегрузка прогонов составляет при установке связей из круглой стали – 16%, при отсутствии – 122%. Перегрузка вызвана тем, что панели покрытия не образуют жесткий диск покрытия и скатная составляющая воспринимается прогонами. В проекте принято сплошное раскрепление прогонов из плоскости.

Панели покрытия уложены по прогонам так, что площадка опирания в местах стыка панелей составляет менее 65 мм. Расчет панели на смятие показал, что несущая способность панели на опоре не достаточна. Панели имеют повреждения в виде вздутия и отслоения обшивок. Обнаружен непрочный монтаж панелей.

Необходимо отметить, что при укладке панелей рез панелей в местах стыков производился вручную, что не может обеспечить необходимую перпендикулярность смежных граней панелей по СТБ 1808-2007. Распределение клея по поверхности обшивок должно быть равномерным. Отсутствие необходимого количества клея на

обшивках привело к тому, что между обшивками панелей и утеплителем образовался зазор, что не допускается СТБ 1808-2007 и привело к недопустимым прогибам и образованию дефектов в панелях покрытия.

На основании анализа результатов исследования строительных конструкций покрытия и выполненных поверочных расчетов сделаны следующие выводы:

1. Балки покрытия, уложенные в осях «А-Б», «В-Г» и выполненные из широкополочного двутавра №30Ш1, находятся в исправном состоянии. Состояние балок оценивается I категорией (исправное).

2. Фермы покрытия, уложенные в осях «Б-В», выполненные из замкнутых гнутосварных профилей, находятся в исправном состоянии. Состояние ферм оценивается I категорией (исправное).

3. Прогоны покрытия находятся в ограниченно работоспособном (не вполне удовлетворительное) состоянии — опасность обрушения отсутствует. Состояние прогонов оценивается III категорией (ограничено работоспособное). Необходимо уменьшить скатную составляющую нагрузки. Рекомендуется рассмотреть следующие варианты:

- Установка дополнительных прогонов с расчетом стропильных ферм на дополнительные внеузловые моменты. Требуется замена панелей покрытия. Покрытие из трехслойных панелей с утеплителем из минераловатных панелей. Требуется демонтаж и замена панелей покрытия.

- Установка дополнительных связей между прогонами и передача скатной составляющей на стропильные конструкции. Покрытие из трехслойных панелей с утеплителем из минераловатных панелей. Требуется демонтаж и замена панелей покрытия.

- Замена прогонов на швеллеры №22 по ГОСТ 8240-89. Покрытие из трехслойных панелей с утеплителем из минераловатных панелей. Требуется демонтаж, замена панелей покрытия и установка одной связи по скату.

- Замена кровельного покрытия с укладкой профилированного настила и креплением его через волну к прогону и создание тем самым жесткого диска. Скатная составляющая в расчетах не учитывается, установка связей по скату не требуется. Требуется демонтаж

панелей покрытия. В этом случае возможно повторное применение панелей демонтированных с покрытия здания как несущих в качестве утеплителя.

4. Серия Б 1.032.2-3.09 по которой выпущены панели поставленные на объект не утверждена и не зарегистрирована в установленном порядке. Работать по данной серии на территории Республики Беларусь нельзя.

5. Панели покрытия не обладают достаточной несущей способностью для восприятия эксплуатационных нагрузок. Прогибы панелей достигают 120 мм. Панели находятся в неработоспособном (неудовлетворительном) состоянии — необходимо срочное ограничение нагрузок. Требуется замена панелей покрытия.

После выполнения предложенных рекомендаций строительство здания было продолжено.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. СТБ 1808-2007. «Панели металлические трехслойные с утеплителем из минераловатных плит. Технические условия». Мн., 2007г.

2. СТБ 1610-2006. «Панели металлические с утеплителем из минераловатных плит и пенопласта. Методы испытания нагружением. Правила оценки прочности и жесткости». Мн., 2006г.

3. СТБ 1740-2007. «Панели металлические с утеплителем из минераловатных плит и пенопласта. Минеральные плиты и пенопласты. Методы определения прочности и модулей упругости при растяжении, сжатии и сдвиге». Мн., 2007г.

4. СНиП II-23-81\*. Стальные конструкции/Госстрой СССР. – М.:ЦИТП Госстроя СССР, 1990. – 96 с.