

---

---

# БЕЗОПАСНОСТЬ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ПРОИЗВОДСТВ

---

---

## ВЛИЯНИЕ ТЕПЛООВОГО МОСТА ПО ОБШИВКЕ СТАЛЬНЫХ СЭНДВИЧ-ПАНЕЛЕЙ НА ТЕМПЕРАТУРУ КРЕПЛЕНИЯ

**А.Д. Голиков, кандидат технических наук, старший научный сотрудник;**

**Е.Ю. Черкасов, кандидат технических наук;**

**И.Б. Алексеенко.**

**Санкт-Петербургский университет ГПС МЧС России**

Проведён расчёт влияния нагрева крепления по обшивке сэндвич-панели в зависимости от размеров огнезащиты над креплением. Показано, что доля нагрева крепления посредством теплопередачи по обшивке является значимой величиной, которой не следует пренебрегать.

*Ключевые слова:* строительные быстровозводимые конструкции, сэндвич-панели, крепление, огнестойкость

Стальные сэндвич-панели имеют широкое применение при строительстве быстровозводимых конструкций. Большое тепловое сопротивление сэндвич-панелей позволяет использовать их в качестве ограждающих наружных конструкций зданий, предназначенных для эксплуатации в условиях Крайнего севера. В конструкциях быстровозводимых зданий сэндвич-панели применяются также в качестве теплоизоляционных элементов покрытий зданий. Для обеспечения соответствия здания требованиям пожарной безопасности необходимо определение степени его огнестойкости, которая ограничивается пределами огнестойкости основных конструкций здания.

Для зданий II степени огнестойкости требуемый предел огнестойкости покрытий составляет RE15 [1], I степени – RE30. В случае рамно-связевой схемы здания требуемый предел по несущей способности может составить R90 и R120, соответственно, как для колонн, стоек и несущих стен. Предъявление к легким стальным конструкциям столь высоких требований при том, что конструкция должна оставаться лёгкой и быстросборной, влечёт за собой попытку использовать элементы теплозащиты как огнезащиту.

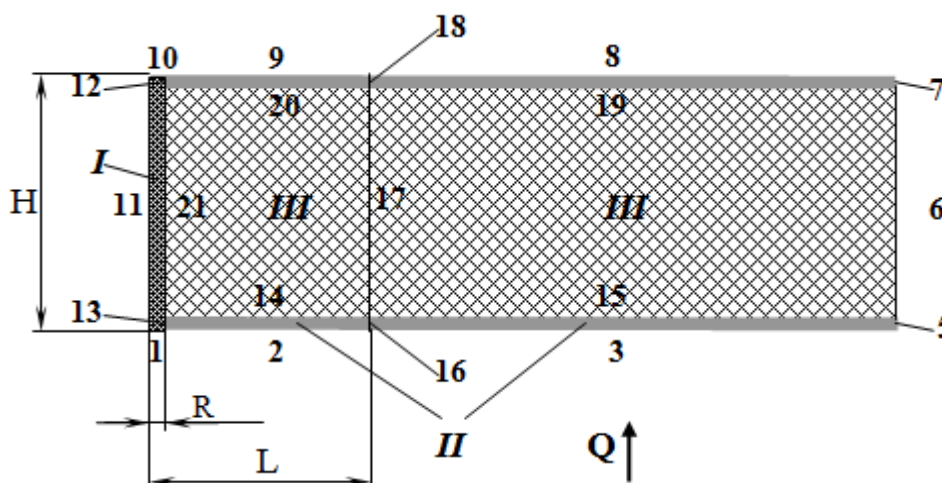
Сэндвич-панели должны подвергаться испытаниям на огнестойкость по теплоизолирующей способности и целостности. Требования к сэндвич-панелям по огнестойкости как к несущим элементам не предъявляется, хотя они обладают определённой жесткостью и при нормальных условиях могут быть самонесущими элементами. Следовательно, чтобы удовлетворить требованию огнестойкости по несущей способности, в конструкции с использованием сэндвич-панелей должен присутствовать силовой каркас. При этом возникает вопрос надёжности крепления сэндвич-панелей к несущим элементам покрытия при проведении испытаний или расчетов для определения предела огнестойкости.

Время обрушения огнезащиты, в данном случае, определяется температурой нагрева креплений. Для уменьшения скорости нагрева они могут покрываться огнезащитной краской или спецмастикой. При этом на узле крепления возникает «пятно» огнезащиты того или иного диаметра. Нагрев узла крепления будет происходить через огнезащиту и через тепловой мост по стальной обшивке сэндвич-панели. Следовательно, даже при идеальном огнезащитном материале на креплении, нагрев узла всё равно будет происходить. Поэтому

может оказаться важным оценка влияния вклада теплового моста на нагрев крепления в зависимости от размеров нанесённого на него огнезащитного материала.

В связи с этим были проведены расчеты температуры крепления при воздействии на конструкцию стандартного температурного режима пожара [2] в зависимости от радиуса  $L$  нанесенного на него огнезащитного покрытия.

Схема расчёта температуры крепления сэндвич-панели приведена на рис. 1. Огнезащитный материал на креплении считаем «идеальным», то есть имеющим коэффициент теплопроводности равной нулю. Расчётная схема построена в цилиндрической системе координат. Ось симметрии проходит по линии 11. Область I – сталь (крепление). Область II – сталь (обшивка сэндвич-панелей). Область III – слой минеральной ваты. По линиям 1,2,5–7,11 определено условие теплоизоляции; 12–21 – условие равенства температур и тепловых потоков на границе раздела двух материалов. По линии 3 – воздействие стандартного температурного режима пожара. При расчёте прогрева стеновой панели на линиях 8,9,10 определено условие теплоотдачи в окружающую среду, имеющую начальную температуру.

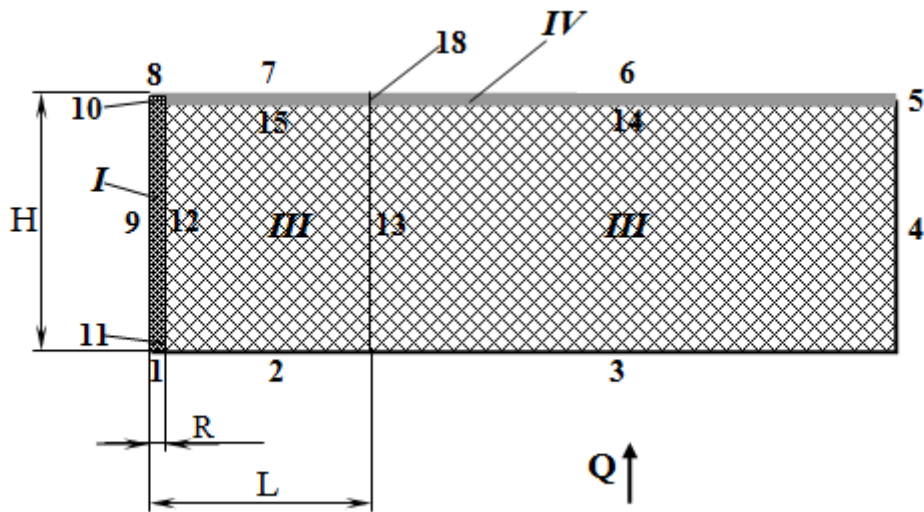


I – сталь (крепление); II – сталь (обшивка); III – минеральная вата; Q – воздействие пожара

Рис. 1. Расчётная схема

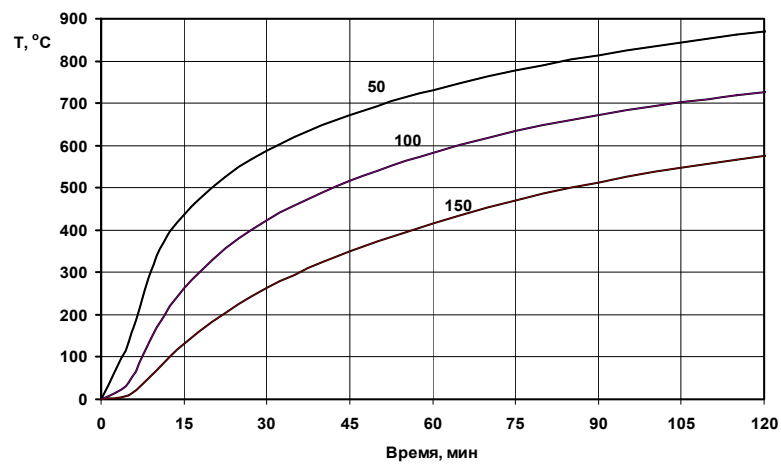
Схема расчёта температуры крепления минерального мата без обшивки с обогреваемой поверхностью приведена на рис. 2. Расчётная схема построена в цилиндрической системе координат. Ось симметрии по линии проходит по линии 9. Область I – сталь (крепление). Область IV – сталь. Область III – слой минеральной ваты. На линиям 1,2,4,5,9 определено условие теплоизоляции; 10-15 – условие равенства температур и тепловых потоков на границе раздела двух материалов. По линии 3 – воздействие стандартного температурного режима пожара. При расчёте прогрева стеновой панели на линиях 6–8 определено условие теплоотдачи в окружающую среду, имеющую начальную температуру.

Очевидно, на нагрев крепления влияют радиус стержня крепления  $R$ , радиус пятна теплоизоляции  $L$ , толщина обшивки сэндвич-панели, толщина самой сэндвич-панели и время нагрева. Толщина обшивки сэндвич-панели обычно составляет 0,6–0,7 мм. Толщина обшивки сэндвич-панели, исходя из теплотехнических соображений, обычно выбирается 120–150 мм. В качестве креплений используются шурупы-саморезы, длиной 120–150 мм и диаметром 6 мм. Время нагрева составляет 15 и 90 мин. (для зданий II степени огнестойкости), 30 и 120 мин. – (I степени).

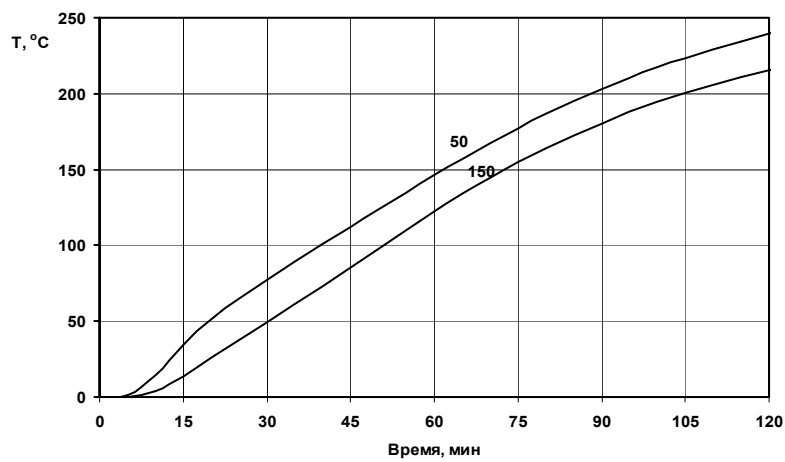


I – сталь (крепление); III – минеральная вата; IV – сталь; Q – воздействие пожара

Рис. 2. Расчётная схема



А)



Б)

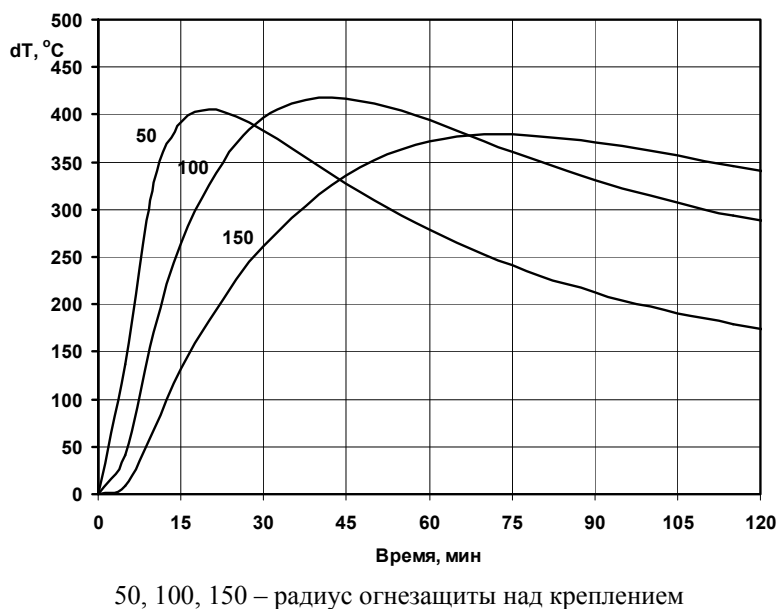
А – обогреваемая поверхность; Б – необогреваемая поверхность;  
50, 100, 150 – радиус огнезащиты над креплением

Рис. 3. Нагрев крепления в зависимости от времени нагрева при радиусе огнезащитного покрытия над креплением до 150 мм

На рис. 3 приведены максимальные температуры, полученные в результате расчётов нагрева крепления сэндвич-панели в зависимости от перечисленных параметров.

Результаты расчётов показывают, что температура крепления в месте примыкания к несущему элементу в верхней части существенно ниже максимальной температуры нижней поверхности крепления, где и следует ожидать разрушения конструкции.

На рис. 4 приведены значения превышения температуры обогреваемой поверхности крепления сэндвич-панели над температурой крепления минераловатной панели.



**Рис. 4. Превышение температуры обогреваемой поверхности крепления сэндвич-панели над температурой крепления минераловатной панели**

Анализ результатов расчетов показал, что тепловой мост по стальной обшивке сэндвич-панели существенно влияет на температуру крепления и это следует учитывать при проведении расчетов огнестойкости.

#### **Литература**

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности: Федер. закон Рос. Федерации от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ (ред. от 13.07.2015). Доступ из информ.-правового портала «Гарант».

2. ГОСТ 30247.1–94. Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции. Доступ из информ.-правового портала «Гарант».