

ВОССТАНОВЛЕНИЕ КОНСТРУКЦИЙ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО КОРПУСА, ПОВРЕЖДЕННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ ПОЖАРА

УДК 621.771.63

А.В. Столбов

*ГОУ ВПО «Камская государственная
инженерно-экономическая академия»*

И.И. Маннанов

Управление Госэкспертизы Республики Татарстан

В сентябре 2006 г. при устройстве кровли в процессе реконструкции одноэтажного производственного корпуса ООО «Теплоизоляция» в г. Зайнск Республики Татарстан произошло возгорание утеплителя, складированного на покрытии. Фрагмент фасада здания на участке, прилегающем к очагу пожара, показан на рис. 1.



Рис. 1

Эпицентр пожара располагался в осях 1-5-Д-М. Температура в эпицентре пожара превышала 600оС, о чем свидетельствовали оплавленные плафоны осветительных приборов из алюминиевого сплава. В результате огневого воздействия были существенно повреждены несущие конструкции покрытия, связи по покрытию, профилированный настил и колонны (рис.2).

Наиболее поврежденными оказались стропильные балки в осях Ж-1-5 и К-1-5, прогоны, элементы связей жесткости и профнастил в осях Д-М-1-5.

Здание производственного корпуса – многопролетное, с полным каркасом, ранее было оборудовано подвесными кранами. В ходе реконструкции был выполнен демонтаж кранового оборудования и подкрановых путей. Сетка колонн каркаса здания – 24х12 м. Стеновое ограждение производственного корпуса – керамзитобетонные стеновые панели длиной 6 м. Колонны каркаса здания – железобетонные, сплошные, квадрат-

ного поперечного сечения 500x500 мм с уширением в уровне верха. Стойки фахверка – составного замкнутого поперечного сечения из 2 швеллеров. Сопряжение колонн каркаса с фундаментами – жесткое. Стропильные балки – стальные, пролетом 24,0 м, с гофрированной стенкой, с вертикальным расположением гофров (рис.3).

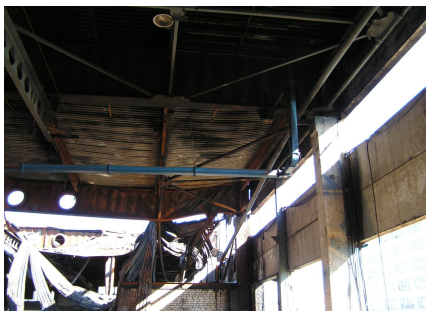


Рис. 2



Рис. 3

Сечения поясов стропильных балок – 480x25 мм и 300x20 мм (в приопорной зоне). Толщина стенки гофра – 6 мм. Размер плоской части гофра – 265 мм. Высота сечения балки – 1534 мм. Прогоны покрытия – пролетом 12,0 м, с шагом 4,0 м, с применением в качестве стенки гофрированного листа толщиной 2 мм (см.рис.3). Верхний пояс прогона выполнен из швеллера №16, нижний пояс – пластина 160x10 мм. Высота сечения прогона – 615 мм. В покрытии здания на разных участках использован профилированный настил 2 типов: Н79-680-1 и Н75-750-0.8. Профнастил уложен по 3-пролетной, 2-пролетной и однопролетной схемам. По колоннам и покрытию здания предусмотрены связи жесткости.

В результате обследования конструкций после пожара установлено состояние несущих и ограждающих конструкций в зоне эпицентра пожара и на участках, прилегающей к этой зоне.

Профилированный настил был наиболее поврежден на участке покрытия в осях Д-М-1-5: произошла потеря местной устойчивости сжатых зон сечения профнастила, произошел отрыв профнастила от прогонов и от смежных листов, часть профнастила приобрела значительный прогиб и коробление в результате неравномерных температурных деформаций, часть профнастила обрушилась (рис.4).



Рис. 4

Состояние большинства стропильных балок на участке обследования – удовлетворительное. Температура нагрева их в процессе пожара не превышала 150-200°С, о чем свидетельствует сохранившийся на их поверхности защитный лакокрасочный слой. Какие-либо остаточные общие и местные деформации стропильных балок и их элементов не были зафиксированы. Вместе с тем две стропильные балки в осях 1-5-Ж и 1-5-К, находившиеся в эпицентре пожара, где температура превышала 600°С, приобрели существенные прогибы (порядка 50 см). Стенка этих балок на приопорных зонах длиной до 4 м потеряла местную устойчивость и исчерпала несущую способность на сдвиг в результате резкого снижения предела текучести стали и потери способности материала балок воспринимать действующие напряжения. Состояние стенки на остальной части пролета – удовлетворительное. Общий вид поврежденных в результате пожара стропильных балок показан на рис.5. После демонтажа аварийных стропильных балок были зафиксированы отклонения средних сечений от силовой плоскости, не превышающие 100 мм.

Прогоны покрытия в осях Ж-М-1-5 в процессе пожара обрушились вместе с профнастилом (рис.6). На остальных участках обследованной части здания первоначально было зафиксировано недопустимое (аварийное) состояние лишь отдельных прогонов, у которых наблюдались чрезмерные прогибы, потеря местной устойчивости гофрированных стенок, отклонение сечений от силовой плоскости. После демонтажа прогонов, опирающихся на аварийные стропильные балки, были выявлены их существенные искривления в результате накопления значительных остаточных напряжений при неравномерном нагреве. Таким образом, выяснилось, что все прогоны, примыкающие к аварийным стропильным балкам, не пригодны для дальнейшей эксплуатации.

Большинство элементов горизонтальных связей по покрытию в осях Д-М, примыкающих к оси 1, были сильно деформированы.



Рис. 5



Рис. 6

Состояние колонн каркаса здания на обследованном участке здания в целом было удовлетворительным. Наибольшие повреждения получили лишь колонны в осях К-1 и Ж-1. Эти колонны находились в непосредственной близости от эпицентра пожара. Поверхностный слой бетона колонн претерпел структурные изменения и растрескался. Толщина поврежденного слоя бетона изменялась от 0 мм (в нижней части колонн) до 20 мм (в верхней части). Во всех случаях толщина структурно измененного бетона не превышала толщины защитного слоя. Кроме того, в результате возникновения больших горизонтальных усилий при остывании аварийных стропильных балок, на наружной грани колонн в результате их изгиба появились трещины по сечениям, перпендикулярным к продольной оси, с шириной раскрытия до 2 мм. Как показали контрольные вскрытия, продольная рабочая арматура колонн в результате температурных воздействий не пострадала. Верхняя часть отдельных стоек продольного фахверка получила значительные деформации, трещины и требовала замены.

На основании выявленных повреждений были приняты следующие решения:

1. Наиболее поврежденные конструкции покрытия было предложено демонтировать. Демонтажу подлежали две стропильные балки покрытия в осях Ж-1-5 и К-1-5, прогоны в осях 1-5-Д-М и один прогон в осях 5-9-Ж-К, элементы связей жесткости в осях Д-М, примыкающие к оси «1», и профилированный настил в осях 1-9-В-П.
2. В связи с тем, что повреждения бетона колонн по осям К-1 и Ж-1 носили поверхностный характер и не распространились глубже защитного слоя, а рабочая арматура не претерпела каких-либо деформаций, было принято решение усилить данные колонны обоймами из одиночных стальных уголков 100x8 с термонапряженными планками (см. рис.7).
3. Надколонники стоек продольного фахверка, имевшие трещины и существенные остаточные деформации, было решено демонтировать и заменить аналогичными элементами.



Рис. 7

4. В связи с отсутствием технической возможности по изготовлению стропильных балок с гофрированной стенкой и невозможностью замены их на стропильные фермы, а также учитывая отсутствие существенных отклонений сечений демонтированных стропильных балок из силовой плоскости и локальный характер повреждений (на опорном участке длиной 4 м), было принято решение срезать поврежденную опорную часть балки и заменить этот участок элементом с плоской стенкой. Стыки поясов было рекомендовано выполнить с помощью накладок. Схема сопряжения неповрежденной части балок с заменяемой частью показана на рис. 8, 9. Выполненные поверочные расчеты восстановленных балок показали их достаточную несущую способность на восприятие расчетных нагрузок, включая снеговую нагрузку $p=320$ кг/кв.м.

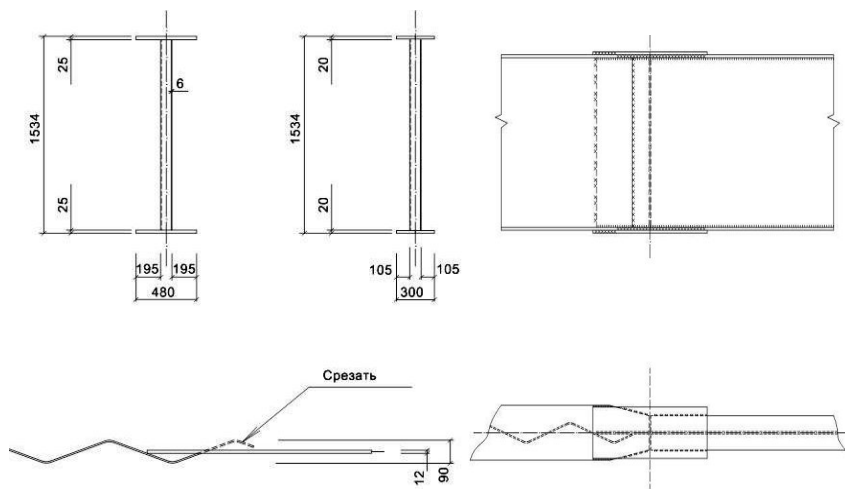


Рис. 8



Рис. 9

5. В связи с отсутствием у подрядной организации технической возможности по изготовлению прогонов с гофрированной стенкой было принято решение изготовить решетчатые прогоны из прокатных швеллеров треугольного очертания с горизонтальным верхним поясом (рис.10). Вновь запроектированная конструкция прогона была рассчитана на восприятие нагрузок от покрытия и снега (320 кг/кв.м). Собственный вес запроектированных прогонов составил 605 кг, т.е. примерно соответствовал весу демонтированных поврежденных прогонов.
6. В связи с наличием в стропильных балках покрытия остаточных деформаций из силовой плоскости было рекомендовано после монтажа восстановленных стропильных балок покрытия закрепить их с помощью системы вертикальных связей, устанавливаемых в середине пролета и плоскостях опорных диафрагм. Связевые фермы выполняли также функции прогонов (см.рис.10).



Рис. 10

7. Было рекомендовано восстановить систему горизонтальных связей по покрытию, примыкающих к оси «1».
8. По вновь смонтированным несущим конструкциям покрытия было предложено уложить по трехпролетной схеме стальной профилированный настил Н75-750-0.9, способный воспринять нагрузки от покрытия и снега (320 кг/кв.м).

Благодаря предложенным рациональным конструктивным и технологическим решениям восстановление конструкции на участке пожара было выполнено в кратчайшие сроки, с минимальными затратами труда и материалов, что в свою очередь позволило произвести реконструкцию здания в ранее запланированные сроки.