

УДК 699.81

ОЦЕНКА ПОЖАРНОЙ ЗАЩИТЫ ЗДАНИЙ

*к.т.н., доцент Маркова М.А. , инженер Мельничук А.В. *,
инженер Серая Ю.И. **

*Запорожская Государственная Инженерная Академия
ООО «Настрой»

Во все времена происходили пожары, из-за которых были значительные материальные потери. Приведем три примера значительных пожаров, которые происходили в г. Запорожье.

В 2011 г. произошел пожар в отдельно стоящем магазине стройматериалов общей площадью 14,4 тыс.м². Здание было спроектировано и построено в 2010 г. и до пожара работало менее года. Здание одноэтажное, конструктивная система каркасная со стальными конструкциями покрытия. Пожар начался во время работы магазина и, несмотря на интенсивное тушение, распространился на все здание. При этом обрушились практически все несущие конструкции и сгорел весь товар. На рис.1 зафиксировано состояние стальных конструкций после пожара. При пожаре не пострадали работники магазина и покупатели. Значительная интенсивность пожара и его быстрое распространение было обусловлено большим объемом легковоспламеняющихся красок.

Предполагаем, что при проектировании и эксплуатации можно было более подробно проработать защиту от пожара и не допустить таких значительных потерь.

Аналогичный пожар произошел в 2009г. на территории Запорожского автозавода в складе лаков и красок. Здание склада было одноэтажное со стальным каркасом и незначительной защитой от пожара. На рис. 2 показан вид со стороны набережной магистрали на горящий объект. Интенсивность разрушения от пожара была значительной, и восстановить здание не было никакой возможности.

Приведем еще один пример пожара склада, который произошел в 70-х годах прошлого века на территории завода ЗЭРЗ. Здание одноэтажное с кирпичными наружными стенами и железобетонными монолитными балками покрытия. В здании хранились в основном горючие материалы: бумага, картон и деревянные изделия. При эксплуатации не была предусмотрена пожарная сигнализация и охрана склада. В результате ненамеренного поджога в ночное время и несвоевременного оповещения о пожаре сгорел практически весь материал в складе. При этом обрушились железобетонные конструкции покрытия, а в наружных стенах наблюдалось значительное образование трещин.

Анализ показал, что бетон от длительного нагрева значительно снизил свою прочность, (что заметно по его красному цвету) [1]. До настоящего времени здание не восстанавливалось и не эксплуатировалось.



Рис.1. Магазин стройматериалов после пожара



Рис.2. Пожар на складе лаков и красок Запорожского автозавода

Приведенные примеры показывают необходимость уделять внимание пожарной защите при проектировании и эксплуатации, особенно для зданий, в которых имеется большое количество горючих материалов.

В последнее время в Украине пожарная защита регламентируется такими нормативными документами [2-5]. Отметим особенно ДБН В.1.2-7-2008, разработанный НИИСК и НИИЖБ. В этом документе учтены некоторые положения современных европейских норм и Еврокодов. Как и в Еврокодах рекомендуется при проектировании по расчету подбирать пожарную защиту с учетом реальной ситуации с горючими материалами и принятой схемой тушения пожара [6,7,10,11]. При этом рассматриваются сценарии условного пожара, строится кривая зависимости температуры от времени на протяжении всего развития пожара (рис.3). Статический расчет

несущих конструкций выполняется с учетом снижения прочности при воздействии пожара. При этом основные нагрузки учитываются с пониженным коэффициентом сочетаний. Примерно по такому же принципу выполняется оценка воздействия пожара в странах Европы, например, в Германии.

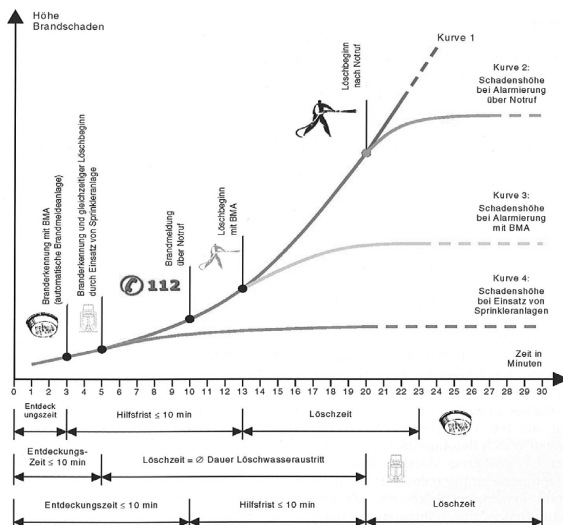


Рис.3. Затраты от пожара в зависимости от его продолжительности

В статье [8] показана возможность существенной экономии материалов, если перейти от формального соблюдения рекомендаций по защите конструкций к определению прочности на основании статического расчета. Проследим последовательность назначения пожарной защиты при проектировании. Проектируемое здание в целом 9 этажей, шесть над землей и три под землей, с общей полезной площадью примерно от 8500 м² (рис. 4).

Несущие конструкции представляли собой стальные комплексные конструкции и железобетонные междуэтажные перекрытия. Из-за этого снижена общая высота перекрытия и улучшена пожарная защита здания.

Максимальный пролет перекрытий составляет 6,50 м. Поперечные балки выполнены из прокатного профиля HE260В и приваренного снизу стального листа, который служит опалубкой для бетонного перекрытия. Для увеличения несущей способности установлена дополнительная арматура (□20, шаг 200 мм). Пролет бетонного перекрытия составляет примерно 5,20 м при толщине 16 см (рис. 5).

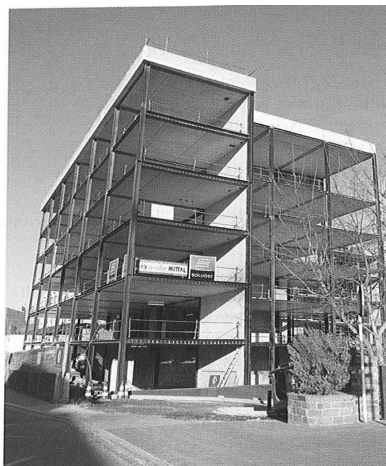


Рис. 4. Здание клиники

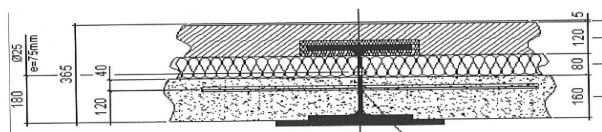


Рис. 5.. Конструкция междуэтажного перекрытия

Совместная работа стальных балок и железобетонной плиты обеспечивалась установкой болтов. Горизонтальная устойчивость конструкции обеспечивалась бетонными стенами лестничной клетки и дополнительными стенами из железобетона. Проверка несущей способности в случае пожара производилась программой расчета по Еврокоду при природном пожаре. В дальнейшем определяется огневая плотность материала и строится кривая «температура - время».

Величина рассматриваемой площади пожара составляет примерно 600 м², высота этажа в свету 3,0 м, длина фасада примерно 115 м. Так как здание используется как клиника, то так же, как для офиса, принимаются характерные огневые плотности материала. Клиника $q_{pk} = 280 \text{ MJ/m}^2$; офис $q_{pk} = 511 \text{ MJ/m}^2$ максимальную энерго-норму освобождения (ВНВ_r) составляет для обоих видов использования $RUR_r = 250 \text{ кВт/м}^2$ дополнительно проводились активные мероприятия борьбы с огнем:

- Автоматическая регистраця пожара
- Автоматический дымоотводный канал на лестничной клетке
- Автоматическая борьба с огнем посредством спринклерной установки

Величина расчета огненного воздействия определялась программой Озон [9]. С этой программой достаточно просто могут устанавливаться

температуры огненного газа и температуры стальных конструкций. При учете активных мероприятий борьбы с огнем и вместе с тем связанных факторов снижения, величина расчета огненного воздействия получается как:

$$q_{\text{гд}} = 511 \text{ MJ/m}^2 \cdot \delta_{q1} \cdot \delta_{q2} \cdot \delta_{n1} \cdot \delta_{n2} \cdot \delta_{n3} =$$

$$= 511 \text{ MJ/m}^2 \cdot 0.80 \cdot 1.66 \cdot 1.00 \cdot 0.61 \cdot 1.00 \cdot 0.87 = 360 \text{ MJ/m}^2$$

На рис.6 представлена определяющая кривая «температура-время». Оказывается, что ожидаемая во время пожара температура стальных конструкций не превосходит 558 °С. Посредством этой максимально ожидающейся температуры стальных конструкций могут устанавливаться теперь эффективные пределы текучести в [8]. Минимальный предел текучести во время развития пожара, составляющий примерно 60% предела текучести при нормальной температуре (20 °С). Для доказательства пожарной защиты определяется теперь несущая способность конструктивного элемента с этим полученным пределом текучести и сравниваем с действующими усилиями. При использовании рекомендованных в Еврокодах методов расчета при конструктивной пожарной защите в комбинации с активными мероприятиями, можно отказываться от пассивных противопожарных мероприятий. То есть как стальные конструкции перекрытий, так и стальные колонны могли возводиться без пассивной пожарной защиты, как покрытие декоративным слоем специальной штукатурки или обшивки!

Если бы был применен альтернативно обычный процесс классификации (ЕТК + необходимый класс пожарозащиты), комплексные балки и стальные колонны должны были бы снабжаться, кроме всего прочего, огнезащитной окрасочной изоляцией или созданием специальной пожарной охраны. Таким образом, нужно было бы защищать свыше 1400 м² стальной поверхности этими мероприятиями. Примерно 100000€ составляют оцененный материал и стоимость монтажа для необходимых пассивных противопожарных мероприятий. При этом еще не учитывались дополнительные затраты на техническое обслуживание.

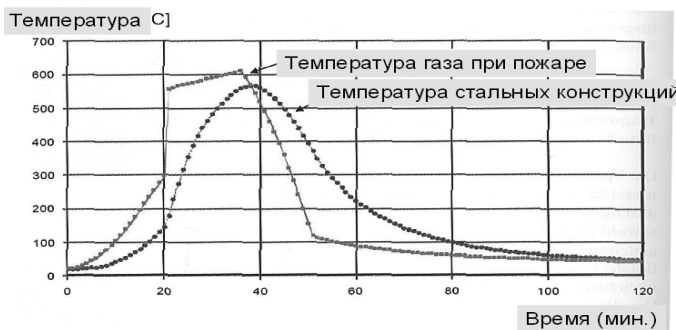


Рис.6. Зависимость температуры от времени

Как становится очевидно из вышеупомянутого примера, относительно незначительные дополнительные затраты в инженерных услугах обуславливают значительную экономию в пассивных противопожарных мероприятиях.

Для внедрения рассмотренного подбора защиты от пожара на основании расчета недостаточно действующих нормативных документов. Требуется также разработка и внедрение специального программного обеспечения, определяющего температуру конструкций при сгорании определенного количества материала.

После выполнения такой работы возможна практическая оценка защиты при проектировании новых и составления паспортов для эксплуатации зданий.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Ройтман В М, Инженерные решения по оценке огнестойкости проектируемых и реконструируемых зданий. - : "Пожарная безопасность и наука", 2001.-382 с.
2. ДБН В.1.2-7-2008 Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека., 2008.-31 с.
3. Пожежна безпека об'єктів будівництва ДБН В.1.1-7-2002., 2002.-33 с.
4. Правила пожежної безпеки в Україні ,2004.-106 с.
5. Кочетков К Е,Котляревский В А,Забегав А В, Аварии и катастрофы. Предупреждение и ликвидация последствий КНИГА 2 .- Москва:АСВ, 1996.-383 с.
6. Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton - Teil 1-2: Allgemeine Regeln - Tragwerksbemessung für den Brandfall. Europäisches Komitee für Normung, DIN EN 1994-1-2: 2006
7. Grundlegendokument, Wesentliche Anforderung Nr. 2 „Brandschutz". Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaft Nr. C 62 vom 28.02.1994
8. Браун, Дж. Mathleu, П. Remenyi, Резервы экономии стали в каркасах многоэтажных зданий при современной оценке защиты от пожара. - "Bauingenieur", 2008.- 10 s.
9. Software OZone. ArcelorMittal, entwickelt in Zusammenarbeit mit der Universität Liege, <http://www.arcelormittal.com/sections/en/software/fire/default.html>
10. ENV 1992-1-2:1995 Eurocode 2: Design of concrete structures-Part1,2: General rules structural fire design.
11. ENV 1993-1-2:2001 Eurocode 3: Design of steel structures-Part1,2: General rules structural fire design.