

*Тарасенко Алена Владиславовна*

студентка

*Тамразян Ашот Георгиевич*

канд. техн. наук, профессор

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский  
Московский государственный строительный университет»

г. Москва

## **ПРОЧНОСТЬ И ДЕФОРМАТИВНОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ПОВРЕЖДЕННЫХ ПОЖАРОМ**

*Аннотация:* в статье излагаются вопросы, связанные с прочностью железобетонных элементов после огневых воздействий. Рассматриваются методики оценки их состояния через изменения физико-механических и упругопластических свойств бетона и арматуры после высокотемпературного нагрева и остывания. Однако в этих исследованиях нет анализа изменения прочности колонн после пожара в зависимости от длительности нагрева, значения нагрузки, класса арматуры и вида бетона.

*Ключевые слова:* железобетонный несущий элемент, колонна, пожар, огневое воздействие, неравномерный прогрев, огнестойкость.

Для зданий и сооружений, относящихся к I и II степеням ответственности по назначению, необходимо и экономически целесообразно при проектировании предусмотреть не только обеспечение требуемого предела огнестойкости, но и сохранность основных несущих строительных конструкций (колонн, стен, перекрытий) после пожара [4; 7; 10].

При кратковременном огневом воздействии происходит неравномерный прогрев сечений железобетонных элементов, при котором возникают температурные напряжения, изменяются физико-механические и упругопластические свойства бетона и арматуры, уменьшается работоспособное сечение элемента вследствие прогрева поверхностных слоев бетона до критических температур и, следовательно, происходит снижение прочности рабочих сечений [8; 20]. После

охлаждения слои бетона, прогретые до высоких температур, не восстанавливают свои прочностные и деформативные свойства. Кроме того, железобетонные конструкции подвергаются значительным температурным деформациям (прогибы, перемещения, углы поворота).

Оценить состояние железобетонных конструкций после пожара можно, зная изменение физико-механических и упругопластических свойств бетона и арматуры после высокотемпературного нагрева и остывания. Данные об изменениях прочностных и деформативных свойств бетона и арматуры в охлажденном состоянии после высокотемпературного воздействия приводятся в некоторых источниках [16], но требуют анализа, уточнения и систематизации.

Экспериментальных работ, непосредственно связанных с исследованием остаточной несущей способности железобетонных конструкций, к настоящему времени известно немного [2; 5], так как значительная часть работ в области пожарной безопасности посвящена определению огнестойкости различных железобетонных конструкций, где варьируются различные виды бетона и классы арматуры и другие параметры.

Экспериментально – теоретические исследования, связанные с изучением сжатых железобетонных элементов при высокотемпературном огневом воздействии, проводились под руководством А.И. Яковлева [18]. Колонны имели различную форму и размеры поперечного сечения, выполненные из тяжелого и некоторых видов легкого бетона. В НИИЖБ под руководством А.Ф. Милованова [3] проведены исследования по огнестойкости, остаточной прочности и деформативности после пожара железобетонных колонн, выполненных из тяжелого бетона, легкого конструкционного керамзитобетона и из высокопрочного бетона. Разработаны аналитические методы оценки огнестойкости и остаточной прочности и деформативности колонн после пожара.

Поведение сжатых колонн при кратковременном действии высоких температур в условиях пожара зависит от схемы обогрева, размеров поперечного сечения, вида заполнителя и прочности на сжатие бетона, эксцентриситета приложения внешней нагрузки, коэффициента армирования и толщины защитного

слоя бетона. В процессе нагрева по сечению колонн наблюдается большой перепад температур, в результате прочность бетона по сечению колонны существенно меняется. Неравномерность прогрева вызывает перераспределение напряжений по сечению элемента. Разрушение колонн наступает при достижении предельных сопротивлений на сжатие бетоном в центре сечения колонны, где слой бетона наименее прогрет.

Экспериментальные работы, полностью посвященные исследованиям остаточной несущей способности сжатых элементов, не проводились. В некоторых работах [9; 12; 15; 19] были установлены остаточные прочности колонн после нагрева длительностью 30, 60 и 90 минут и изменение их деформаций. Однако в этих работах нет анализа изменения прочности колонн после пожара в зависимости от длительности нагрева, значения нагрузки, класса арматуры и вида бетона. Необходимо продолжить теоретические исследования по оценке остаточной несущей способности сжатых элементов, используя, по возможности, экспериментальные данные, полученные при испытаниях железобетонных колонн на огнестойкость и остаточную прочность, чтобы точнее определить ресурс зданий на прогрессирующее разрушение [1; 6; 7; 11; 13; 14].

Проведенный анализ исследований показал, что экспериментальных работ по изучению остаточной прочности и деформаций сжатых и изгибаемых железобетонных конструкций после пожара проводилось сравнительно немного, т. к. основная масса работ велась по изучению их огнестойкости.

Несмотря на то, что проблема воздействия повышенных и высоких температур исследуется достаточно давно, до сих пор нет четкой методики расчета остаточной несущей способности железобетонных конструкций после пожара.

### *Выводы*

Существующие предложения по оценке действовавших при пожаре температур и длительности огневого воздействия, потерь преднапряжения при огневом воздействии, снижения прочностных и деформативных характеристик бетона и арматуры по сечению в зависимости от температур прогрева, динамики

снижения несущей способности, прогибов и деформаций элементов в зависимости от времени огневого воздействия.

Для определения степени сохранности или степени утраты эксплуатационных характеристик конструкций представляется важным разработать методику расчета железобетонных элементов после пожара с учетом изменения свойств бетона и арматуры после нагрева в охлажденном состоянии.

### *Список литературы*

1. Дудина И.В., Тамразян А.Г. Обеспечение качества сборных железобетонных конструкций на стадии изготовления. Жилищное строительство. – 2001. – №3. – С. 8–10.

2. Милованов А.Ф. Огнестойкость железобетонных конструкций. – М.: Стройиздат, 1986. – 225 с.

3. Саддулаев А.Л. Огнестойкость железобетонных колонн с большим процентом армирования: Дис. ... канд. техн. наук. – М., 1989. – 142 с.

4. Снижение рисков в строительстве при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера / А.Г. Тамразян [и др.]; под общ. ред. А.Г. Тамразяна. – М., 2012.

5. Соломонов В.В., Яковлев А.И., Пчелинцев А.В. Состояние сборных многопустотных преднапряженных плит перекрытий после пожара // Огнестойкость железобетонных конструкций: Сб. тр. / НИИЖБ. – М., 1984. – С. 53–58.

6. Тамразян А.Г. Бетон и железобетон – взгляд в будущее // Вестник МГСУ. 2014. – №4. – С. 181–189.

7. Тамразян А.Г. Бетон и железобетон: проблемы и перспективы // Промышленное и гражданское строительство. – 2014. – №7. – С. 51–54.

8. Тамразян А.Г. К изгибу неравномерно нагретой железобетонной балки в условиях установившейся ползучести // Жилищное строительство. – 2000. – №1. – С. 24–25.

9. Тамразян А.Г. К оценке риска чрезвычайных ситуаций по основным признакам его проявления на сооружение. Бетон и железобетон. – 2001. – №5. – С. 8–10.

10. Тамразян А.Г. Основные принципы оценки риска при проектировании зданий и сооружений // Вестник МГСУ. – 2011. – №2–1. – С. 21–27.

11. Тамразян А.Г. Особенности работы высотных зданий // Жилищное строительство. – 2004. – №3. – С. 19–20.

12. Тамразян А.Г. Расчет внецентренно сжатых железобетонных элементов при динамическом нагружении в условиях огневых воздействий // Промышленное и гражданское строительство. – 2015. – №3. – С. 29–35.

13. Тамразян А.Г. Расчет элементов конструкций при заданной надежности и нормальном распределении нагрузки и несущей способности // Вестник МГСУ. – 2012. – №10. – С. 109–115.

14. Тамразян А.Г. Ресурс живучести – основной критерий проектных решений высотных зданий // Жилищное строительство. – 2010. – №1. – С. 15–18.

15. Тамразян А.Г., Аветисян Л.А. Особенности работы железобетонных колонн в условиях динамических воздействия после пожара // Бетон и железобетон – взгляд в будущее научные труды III Всероссийской (II Международной) конференции по бетону и железобетону: В семи томах. – М., 2014. – С. 150–160.

16. Тамразян А.Г., Аветисян Л.А. Экспериментальные исследования внецентренно сжатых железобетонных элементов при кратковременных динамических нагружениях в условиях огневых воздействий // Промышленное и гражданское строительство. – 2014. – №4. – С. 24–28.

17. Тамразян А.Г., Филимонова Е.А. Метод поиска резерва несущей способности железобетонных плит перекрытий // Промышленное и гражданское строительство. – 2011. – №3. – С. 23–25.

18. Яковлев А.И. Расчет пределов огнестойкости сжатых железобетонных конструкций по критическим деформациям // Поведение строительных конструкций в условиях пожара: Сб. тр. / ВНИИПО МВД СССР. – М., 1987. – С. 5–16.

19. Tamrazyan A. Reduce the impact of dynamic strength of concrete under fire conditions on bearing capacity of reinforced concrete columns // Applied Mechanics and Materials. – 2014. – Т. 475–476. – С. 1563–1566.

20. Tamrazyan A., Avetisyan L. Estimation of load bearing capacity of eccentrically compressed reinforced concrete elements under dynamic loading in fire conditions // *Applied Mechanics and Materials*. – 2014. – T. 638–640. – C. 62–65.