

- ганизации: учеб. пособие / О.В. Михненко, Н.С. Куприянов. – Москва: Книжный мир, 2011. – 464 с.
8. Гинзбург, В.М. Проектирование информационных систем в строительстве. Информационное обеспечение / В.М. Гинзбург. – Москва: Издательство АСВ, 2002. – 320 с.
 9. О некоторых мерах по реализации Указа Президента Республики Беларусь от 11 августа 2011 г. № 361: постановление Совета Министров Респ. Беларусь, 18 нояб. 2011 г., № 1553. – Нац. реестр правовых актов Респ. Беларусь. – 2011. - № 5/34789.
 10. Дикман, Л.Г. Организация строительного производства: учеб. для строит. вузов / Л.Г. Дикман. – Изд. 4-е, перераб. и доп. – Москва: Издательство АСВ, 2003. – 512 с.
 11. Contractor Daily Report Form // Construction Management Solutions [Electronic resource]. – 2011. – Mode of access: <http://www.contractorform.net/Construction-Daily-Report-Form-Template.html>. – Date of access: 26.01.2011.
 12. Navon, R. Is detailed progress monitoring possible without designed manual data collection? / R. Navon, I. Hasakaya // Construction Management and Economics. – 2006. – Vol. 24, № 12. – P. 1225–1229.
 13. Hegazy, T. Keeping better site records using intelligent bar charts / T. Hegazy, E. Elbeltagi, K. Zhang // ASCE Journal of Construction Engineering and Management. – 2004. – Vol. 131, № 5. – P. 513–521.

Материал поступил в редакцию 30.01.12

PAVLYUCHUK Y.N., SRYVKINA L.G. The information in system of an operation construction management

The characteristic of constant and variable information used at the decision of operative construction management problems is presented. The model of construction progress monitoring and statistical data of planning accumulation on the basis of electronic contractor daily reports is offered.

УДК 624.014

Седляр Т.Н., Малиновский В.Н., Шалобыта Н.Н.

ВЛИЯНИЕ ОГНЕВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА НЕСУЩУЮ СПОСОБНОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ И ПОСТ-НАПРЯЖЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Введение. Вследствие огневого воздействия материалы, из которых изготовлены строительные конструкции и оборудование, оказавшиеся в зоне действия высоких температур, претерпевают различные изменения. Последние сопровождаются характерными признаками, которые выражаются в изменении физических, химических и механических свойств веществ и материалов, в развитии деформации, разрушении или в полном уничтожении (выгорании) частей здания. Во время пожара возможны различные сочетания факторов, влияющих на температурный режим и поведение строительных конструкций. К числу основных факторов, определяющих разрушительные последствия пожара на здание, относятся пожарно-техническая характеристика здания: размер нагрузок на элементы строительных конструкций; длительность воздействия пламени или высокой температуры, температурный режим по участкам здания (с учетом условий газообмена в зонах горения и охлаждающего действия огнетушащих средств), а также напряженное состояние конструкции: без преднапряжения или с преднапряжением и в первую очередь в конструкции, где преднапряжение создается в построечных условиях (пост-напряжение).

Характерные признаки, свидетельствующие о воздействии на конструкции высокой температуры, определяются, с одной стороны, конкретными условиями горения и зависят в основном от характеристики и длительности воздействия теплового импульса, а с другой – от вида термоиндикатора.

Объект исследования. Поведение бетона при нагреве определяется изменением его составляющих: заполнителя и цементного камня. К наиболее общим внешним признакам, по которым можно судить об изменении физико-механических свойств железобетонных конструкций, подверженных действию температуры в первую очередь относятся: изменение цвета бетона или его закопчение, снижение тона звука при простукивании, отслаивание и отколы, взрывообразные и местные разрушения, изменение прочностных и деформативных характеристик, физико-химических свойств, оплавление и следы огневой эрозии бетона.

Цвет бетона изменяется в зависимости от вида заполнителя и вяжущего. При температуре до 300° С тяжелый бетон принимает розовый оттенок, при 400–600° С – красноватый, при 900–1000° С –

бледно-серый. В зоне интенсивного горения с температурами более 800° С сильной закопченности бетона, как правило, не бывает, так как сажа полностью выгорает. В зоне действия повышенных и умеренно высоких температур (100–400° С) может происходить значительное оседание сажи.

При воздействии умеренно высоких (200–400° С) и высоких температур (400–800° С) разрушение бетона носит или относительно спокойный, или взрывообразный характер. При относительно спокойном разрушении происходят температурные подвижки заполнителя бетона. Это объясняется тем, что в тяжелом бетоне коэффициент линейного температурного расширения заполнителей изменяется в больших пределах, чем в цементном камне, вследствие чего сцепление заполнителей с цементным камнем при умеренно высоких температурах резко снижается. По этой причине микротрещины в бетоне образуются уже при температуре 300–400° С. При дальнейшем росте температур микротрещины переходят в макротрещины, видимые невооруженным глазом. Ширина температурно-усадочных трещин при этом составляет до 0,1 мм. При воздействии температур 400–800° С увеличивается интенсивность развития трещин. Ширина раскрытия поверхностных трещин составляет 0,5–1 мм. Образцы, прогретые по всему сечению температурами свыше 700° С, после охлаждения разрушаются. Увлажнение образцов бетона приводит к их полному разрушению, даже при нагреве до 400° С.

Взрывообразное разрушение бетона в период пожара наблюдается в первую очередь в преднапряженных элементах. В условиях пожара преднапряженный бетон взрывается через 10–20 мин после начала интенсивного огневого воздействия на железобетонные конструкции [4]. Взрывообразное разрушение может происходить повсеместно в радиусе очага пожара на поверхности конструкций, подверженных воздействию огня. В наибольшей степени взрыв поражает участки железобетонных конструкций, на которые непосредственно направлено воздействие пламени. Взрывообразное разрушение бетона возникает, как правило, при быстром нагреве поверхности элемента и в большей степени при непосредственном воздействии пламени, жестком температурном режиме, высокой плотности теплового потока. В данном случае температура на поверхности бетона может составлять 700–900° С. В случае умеренного повышения температуры взрыв бетона происходит при 1000–1200° С и выше.

Седляр Татьяна Николаевна, магистрант кафедры строительных конструкций Брестского государственного технического университета.
Малиновский Василий Николаевич, к.т.н., доцент, профессор кафедры строительных конструкций Брестского государственного технического университета.

Шалобыта Николай Николаевич, к.т.н., заведующий кафедрой строительных конструкций Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

В железобетонных конструкциях, у которых преднапряжение создается в построечных условиях (постнапряженные конструкции) с целью уменьшения сцепления арматуры и бетона применяются канаты в специальной пластиковой оболочке со смазкой между металлом и пластиком. Одной из важных особенностей данных конструкций является, то что пластиковая оболочка канатов начинает плавиться уже при температуре около 200° С, а релаксация напряжений в канатной арматуре около 350° С [3].

Физические эффекты, возникающие в постнапряженных конструкциях, приведены в таблице 1 [3].

Таблица 1. Физический эффект в постнапряженных балочных конструкциях в зависимости от температуры

Градусы	Физический эффект
50	Нет видимого эффекта
60	Происходит расслоение по поверхности контакта полиэтиленового образователя и бетона
100-150	Период структурного уплотнения тяжелого бетона
120	Нагрев поливинилхлоридной оболочки канатов
180	Поливинилхлоридная оболочка становится вязкой
200	Уменьшение вязкости поливинилхлоридной оболочки
300	Поверхностное расслоение защитного слоя бетона
350	Раскрытие трещин вследствие начавшихся процессов релаксации в канате
550	Полная потеря предварительного напряжения в стали
550-650	Развитие магистральных трещин и внутренней структуры бетона
650-1200	Взрывообразные процессы разрушения бетона

В постнапряженных конструкциях при воздействии огня происходит комплексное изменение, как прочности бетона так и преднапряженной арматуры, их модуля упругости, релаксации, расширения, теплопроводности, ползучести и затрагивает все этапы, на которых происходит повышение температуры. Данные об этих изменениях как в бетоне, так и в арматуре особенно важны для обеспечения несущей способности конструкций, подвергающихся огневому воздействию и должны быть учтены при разработке методик расчета.

По сравнению с расчетом на обычное температурное воздействие эксплуатационная пригодность постнапряженных конструкций (существующих или модернизированных), подверженных воздействиям пожара значительно отличается. И в первую очередь это связано с особенностями снижения их несущей способности.

Европейские и американские нормы используют для оценки обеспечения адекватного рейтинга при огневом воздействии на железобетонные конструкции условие [1, 2]:

$$\frac{R_{Fire}}{U_{Fire}} \geq 1,$$

где R_{Fire} – несущая способность после воздействия пожара (расчетная нагрузка);

U_{Fire} – минимальная несущая способность при всех факторах.

Несущая способность после воздействия пожара (R_{Fire}) рассчитывается с учетом средних значений прочностных характеристик материала, которые прогнозируются исходя из максимальной ожидаемой температуры в случае пожара и заданной продолжительности пожара.

В случае пожара, приложенные нагрузки, скорее всего, ниже, чем полные расчетные нагрузки, указанные для нормальных температурных условий. В нормах для проектирования по степени пожарной опасности обычно указывается нагрузка (в случае пожара U_{Fire}) ниже, чем те, которые используются в проекте для нормальных температурных условий. Например, постоянная нагрузка (DL) и переменная нагрузка (LL) факторов пожара нормы ASCE и Еврокод предоставляют следующие:

$$1.2DL + 0.5LL \text{ (ASCE, 1995)}$$

$$1.0DL + 0.9LL \text{ (ECI, 1994)}$$

Близкие значения несущей способности после воздействия пожара установлены и в других нормах по проектированию. Хотя такой подход оценивает меньшие предельные усилия, но он считается адекватным. Оценки эксплуатационных нагрузок при нормальных условиях эксплуатации показали, что большинство зданий отвечают требованиям условий (DL + LL) / (U_{Fire}) коэффициент 0,5 или меньше [1, 2, 5].

Заключение. В настоящее время широко внедряются постнапряженные железобетонные конструкции. Учет влияния температуры на такие конструкции практически не исследовался или имеет определенную противоречивость. Данное обстоятельство свидетельствует о необходимости более полного обследования влияния факторов огневого воздействия на несущую способность железобетонных и в том числе пост- напряженных железобетонных конструкций.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ACI 216R-89, Guide for Determining the Fire Endurance of Concrete Elements, American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan.
2. ECI 1994, Eurocode 1: Basis of Design and Design Actions on Structures, Part 2-2: Actions of Structures Exposed to Fire, European Committee for Standardization, Brussels, Belgium.
3. Buchanan, A. H., 2001 (editor), Fire Engineering Design Guide, Center for Advanced Engineering, University of Canterbury, New Zealand.
4. Buchanan, A. H., 2001, Structural Design for Fire Safety, John Wiley and Sons, LTD.
5. Kumahara, S.; Masuda, Y.; and Tanano, Y., 1993, Tensile Strength of Continuous Fiber Bar Under High Temperature, International Symposium on Fiber-Reinforced-Plastic Reinforcement for Concrete Structures, SP-138, American Concrete Institute, Farmington Hills, Michigan.

Материал поступил в редакцию 17.01.12

SEDLYAR T.N., MALINOVSKY, V.N., SHALOBYTA N.N. Effect of fire impact on the carrying capacity concrete and postvoltage konstuktys

The article discusses the impact of high temperatures on post-tension concrete elements.

УДК 624.012

Тур А.В.

СОПРОТИВЛЕНИЕ ИЗГИБАЕМЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ ВНЕЗАПНОМ ПРИЛОЖЕНИИ НАГРУЗКИ

Введение. В последнее десятилетие усилия специалистов направлены на разработку проектных стратегий и практических методов защиты зданий и сооружений в особых расчетных ситуациях, появляющихся результате реализации аномальных событий (взрывов, пожаров, ударов транспортных средств в элементы здания, террористических и криминальных атак и т.д.), приводящих к разви-

тию так называемого прогрессирующего обрушения, главным признаком которого принято считать непропорционально большие масштабы по отношению к локальному повреждению (разрушению) конструктивного элемента, инициировавшего цепную реакцию разрушений других конструктивных элементов, непосредственно не подвергавшихся воздействию. Стратегии управления рисками про-

Тур Андрей Викторович, ассистент кафедры строительных конструкций Брестского государственного технического университета. Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.