

Воздействие высоких температур на прочность железобетонных конструкций

Янский А.А., Перегуд И.Д.

Научный руководитель – Хотько А.А.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Беларусь

Железобетонное изделие - комплексный материал, совмещающий в себе два основных взаимодействующих элемента: стальную строительную арматуру и цементный бетон. Благодаря совместной работе, эти два "ингредиента" создают незаменимый пока ничем строительный материал, обладающий высокой прочностью на сжатие и на аналогичной устойчивостью на растяжение одновременно.

Под воздействием температуры в железобетоне возникают внутренние взаимно уравновешенные напряжения, вызванные некоторым различием в значениях коэффициента линейной температурной деформации цементного камня, зерен заполнителей и стальной арматуры. При воздействии на конструкцию температуры до 50°C внутренние напряжения невелики и практически не приводят к снижению прочности бетона. В условиях систематического воздействия технологических температур : порядка 60-200°C необходимо учитывать некоторое снижение механической прочности бетона (примерно на 30%). При длительном нагреве до 500-600°C и последующем охлаждении бетон разрушается.

Основными причинами разрушения бетона при воздействии высоких технологических температур являются значительные внутренние растягивающие напряжения, возникающие вследствие разности температурных деформаций цементного камня и зерен заполнителей, а также вследствие увеличения в объеме свободной извести, которая выделяется при дегидратации минералов цемента и гасится влагой воздуха. Прочность бетона после его нагрева до температур ниже 60°C принимается равной ее значению до пожара. После нагрева до температур выше 500°C значения прочности бетона принимаются равными нулю. Промежуточные значения снижения прочности бетона устанавливаются линейной интерполяцией по специально установленным номограммам. Начиная с тем-

пературы 300 °С в бетоне возникают поверхностные трещины, цвет бетона приобретает розовато-красный оттенок. Начиная с температуры 500 °С в бетоне возникают глубокие трещины, а с температуры 572 °С происходит выкол заполнителей, содержащих кварц. При достижении температур 700 – 800 °С происходят отколы бетона, обнажающие в некоторых случаях арматуру, и цвет бетона принимает оттенки от серовато-черного до темно желтого. При температурах выше 900°С диссоциированный известняковый заполнитель и цементный дегидратированный камень крошатся и разрушаются, происходит отслоение крупного заполнителя от растворной части.

При влиянии на металл значительных температур, падают пределы упругости, текучести, прочности и твердость, а сопротивление удару, удлинение и уменьшение поперечного сечения при разрыве растут. При повышении температуры происходит проявление способности металла к очень медленному, но непрерывному изменению размеров под действием слабых и постоянных по времени напряжений. При постепенном удлинении металла появляются микропустоты и трещины с концентрацией напряжений вокруг них и, в конечном счете, происходит разрыв. Ползучесть стали является практически одним из наиболее важных проявлений влияния высоких температур на сталь при длительной внешней нагрузке. Под действием постоянной по величине нагрузки нагретый металл начинает непрерывно деформироваться, причем величина напряжения, вызвавшего пластическую деформацию, может быть значительно ниже предела текучести, определенного при этой температуре. Практически считают, что, начиная с 400°С, расчеты следует проводить, принимая во внимание ползучесть. Так же в статически неопределимых железобетонных конструкциях под воздействием сезонных изменений температур возникают дополнительные усилия, которые при большой протяженности конструкции становятся весьма значительными.

Инструментальные средства неразрушающего контроля, используемые при техническом обследовании, дают возможность получить полные данные о фактическом состоянии несущих и ограждающих конструкций с учетом изменения их во времени. В процессе диагностики и освидетельствования строительных конструкций зданий, для определения физико-механических свойств материалов, геометрических характеристик, прогибов и перемещений, дефекто-

скопии и т.п. применяют самые разнообразные приборы и оборудование. Для получения требуемой достоверности испытаний используются вероятностно-статистические методы, учитывающие случайный характер распределения свойств материала.

Для конструкций, испытывающих длительное воздействие высоких технологических температур, применяют специальный жаростойкий бетон. Прочность сцепления арматуры периодического профиля с бетоном снижается при температуре до 500°C на 30%. Однако прочность сцепления гладкой арматуры с бетоном начинает резко снижаться уже при 250°C. Чтобы уменьшить дополнительные усилия от изменения температуры, здания большой протяженности делят на отдельные блоки температурными швами, которые обычно совмещают с усадочными швами.

В большинстве случаев для защиты железобетона используется штукатурка, именно она позволяет противостоять распространению огня длительное время. Часто используются и облицовочные листы, плиты или экраны. Таким образом, конструкция не деформируется, не истончается и не теряет форму в течение 240 минут. Наравне с достоинствами у перечисленных средств немало и недостатков. Основными являются дополнительные нагрузки. При вывешивании плит и панелей, при нанесении штукатурки конструкция утяжеляется, следовательно, появляется необходимость в её усилении.

Чтобы исключить ряд минусов, в строительстве используются вспучивающиеся краски. Они стоят недорого, наносятся довольно быстро, при этом защищают конструкцию в течение 150 минут. При выборе средств следует ориентироваться на расположение конструкций – находятся ли они снаружи здания или внутри, могут ли воздействовать на поверхность агрессивные среды, и каково, вообще, функциональное назначение сооружения.