

*Нальгиев Р. И. магистрант,
Академия ГПС МЧС России
Россия, Москва*

ПОВЕДЕНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В УСЛОВИЯХ ПОЖАРА

Аннотация: рассмотрены вопросы поведения железобетонных строительных конструкций в условиях пожара

Ключевые слова: здания и сооружения, ресурс огнестойкости, предел огнестойкости, бетон, железобетонные плиты, арматура

*Nalgiev R. I. Master's student,
Academy of GPS of the Ministry of Emergency Situations of Russia
Russia, Moscow*

BEHAVIOR OF REINFORCED CONCRETE BUILDING STRUCTURES IN FIRE CONDITIONS

Abstract: the issues of behavior of reinforced concrete building structures in fire conditions are considered

Keywords: buildings and structures, fire resistance resource, fire resistance limit, concrete, reinforced concrete slabs, reinforcement

Железобетон – это технически возможное и экономически целесообразное сочетание двух различных материалов: бетона и стальной арматуры, расположенной в конструкциях для восприятия растягивающих, а в ряде случаев - сжимающих усилий. Бетон, будучи искусственным камнем, хорошо сопротивляется сжатию и значительно хуже (в 10-20 раз) – растяжению [2]. Бетонная балка (без арматуры), лежащая на двух опорах и подверженная поперечному изгибу в одной зоне (нижней), испытывает растяжение, а в другой (верхней) сжатие. Когда напряжения в растянутой зоне достигнут предельного сопротивления бетона растяжению, образуется трещина и происходит хрупкое разрушение балки задолго до того, как будет использована прочность бетона на сжатие.

Плиты в зданиях и сооружениях выполняют одновременно ограждающие и несущие функции. Для плит покрытий предельным состоянием по огнестойкости является только потеря несущей способности (R). Для плит перекрытий предельными состояниями могут быть R, E, I, т.е. по потере несущей (R), теплоизолирующей (E) способностей и по потере целостности (I) [1].

Исчерпание ресурса огнестойкости для большинства плит происходит при наступлении предельного состояния в виде потери несущей способности, т.к. другие предельные состояния не успевают полностью проявиться из-за наличия в конструкции перекрытия, элементов полов, звукоизоляции, несущей части и потолка. Поскольку плиты подвергаются воздействию высокой температуры снизу, уменьшение их несущей способности происходит в основном за счет снижения сопротивления и деформации нагреваемой растянутой арматуры.

Плиты разрушаются в результате образования пластического шарнира в сечении с максимальным изгибающим моментом (рисунок 1) за счет снижения предела прочности нагреваемой растянутой арматуры до величины рабочих напряжений в ее сечении. При этом происходит резкое увеличение температурной ползучести арматуры, интенсивное раскрытие трещин в растянутой зоне и обрушение конструкции [3].

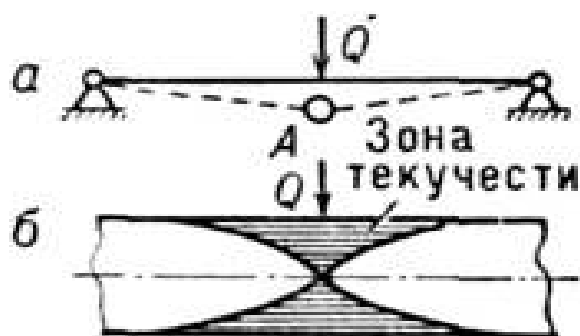


Рисунок 1. Схема образования пластического шарнира:
а - образование пластического шарнира; б – сечение балки в области
пластического шарнира А

Огневые испытания многопустотных плит армированных ненапрягаемыми стержнями диаметром 16 и 12 мм представлены на рисунке 2.

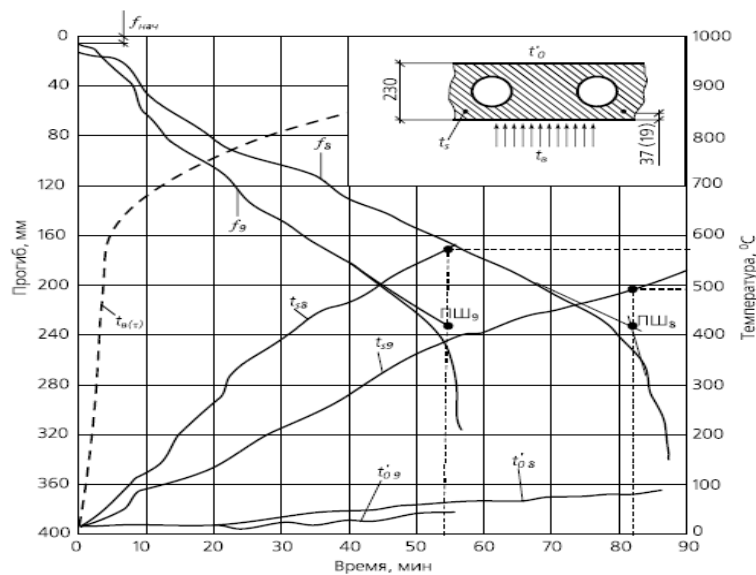


Рисунок 2. Результаты испытания на огнестойкость многопустотных плит перекрытия без предварительного напряжения

Из рисунка 2 видно, что железобетонные плиты, теряют свою несущую способность по нормальному сечению в пролете в результате образования пластического шарнира. При этом при увеличении толщины слоя бетона до центра тяжести арматуры «а» в пределах от 35 до 37 мм дало возможность повысить предел их огнестойкости до 82-90 мин (рисунок 2). По нормам же величина «а» должна быть равной 21-24 мм. Из графиков видно, что температура необогреваемой поверхности многопустотных плит перед разрушением не превышала 100 °С.

Таким образом, огнестойкость плит сборных железобетонных перекрытий при пожарах зависит от способа армирования, вида применяемой арматуры, формы поперечного сечения, толщины защитного слоя бетона.

Необходимо также учитывать, что предел огнестойкости изгибаемых конструкций, разрушающихся в результате образования пластического шарнира, должен определяться временем начала текучести растянутой арматуры, а не временем их фактического разрушения, т.к. после образования пластического шарнира конструкция может разрушаться без дополнительного нагрева, т.е. спустя некоторое время после прекращения огневого воздействия [3].

Поведение железобетонных балок в условиях пожара обусловлено факторами, аналогичными для плоских плит. Однако, имеются и существенные отличия (рисунок 3). Это объясняется тем, что балочные конструкции в условиях пожара обогриваются с трех сторон. Кроме того, отличительной особенностью балок по сравнению с плоскими конструкциями является наличие арматуры в сжатой зоне. При двухмерном прогреве, сечения элементов прогреваются интенсивнее, чем при одномерном, особенно углы балок. Это приводит к более интенсивному прогреву сжатой зоны бетона, что влияет на прочность и деформации бетона и арматуры сжатой зоны.

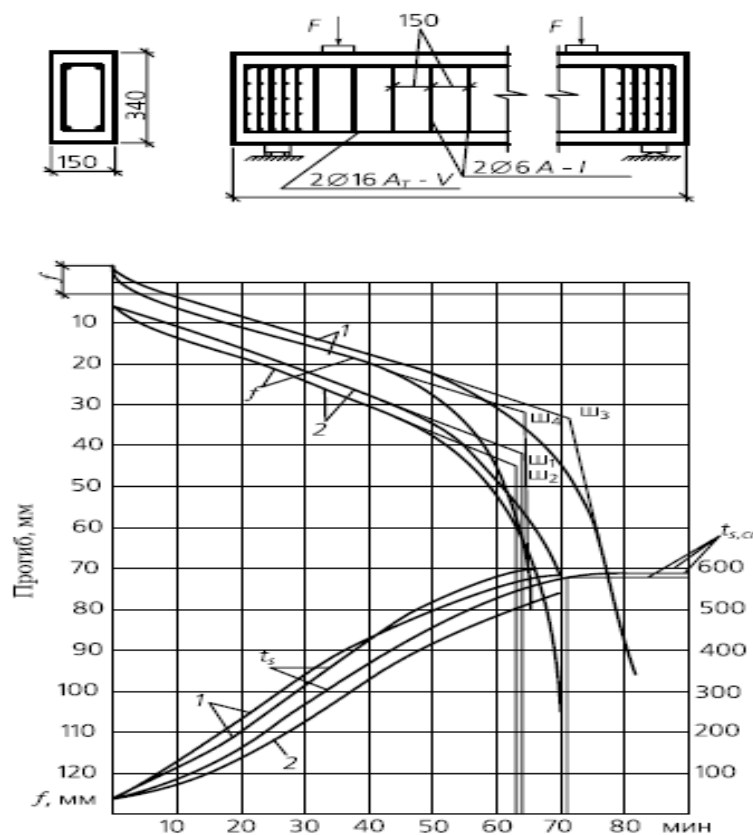


Рисунок 3. Температура прогрева и прогибы f при трехстороннем обогреве, во время огневых испытаний, балок из тяжелого бетона, $R_b = 21$ МПа, арматура класса $A_\tau - V$: 1 - предварительно напряженной; 2 - обычной

Рассматриваемая схема возникновения предельного равновесия балки, заземленной на опорах, предполагает наличие трех пластических шарниров как необходимого и достаточного условия для оценки несущей способности балки в условиях пожара. Но на практике не исключены случаи таких конструктивных

решений элементов, при которых пластические шарниры на опорах могут не возникнуть. В этом случае огнестойкость конструкции будет определяться предельным моментом наиболее опасного сечения.

Разрушение статически определимых изгибаемых элементов может происходить не только по растянутой зоне, но и по сжатому бетону. В этом случае сжатая зона разрушается раньше начала резкого увеличения деформаций температурной ползучести растянутой арматуры. Такой характер разрушения изгибаемых элементов происходит из-за криволинейного распределения температуры по высоте сечения. Такое разрушение характерно для перearмированных изгибаемых железобетонных элементов, работающих в условиях эксплуатации при предельно допустимых нагрузках. Потеря несущей способности их происходит от хрупкого разрушения сжатой зоны бетона при сравнительно небольших деформациях растянутой арматуры.

Таким образом, делаем вывод, что огнестойкость железобетонных конструкций зависит от многих факторов: конструктивной схемы, геометрии, уровня эксплуатационных нагрузок, толщины защитных слоев бетона, типа арматуры, вида бетона, и его влажности и др.

В условиях пожара предел огнестойкости железобетонных конструкций наступает, как правило: а) за счет снижения прочности бетона при его нагреве; б) теплового расширения и температурной ползучести арматуры; в) возникновения сквозных отверстий или трещин в сечениях конструкций; г) в результате утраты теплоизолирующей способности.

Использованные источники:

1. Федеральный закон № 123 от 22 07. 2008г. Технический регламент «О требованиях пожарной безопасности». [Электронный ресурс]:// СПС «Консультант плюс». – URL: <http://www.consultant.ru/>.

2.ГОСТ 26633-2015. Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия.

3. СП 468.1325800.2019 Бетонные и железобетонные конструкции. Правила обеспечения огнестойкости и огнесохранности.