

**МИНИСТЕРСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДЕЛАМ ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ, ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ И
ЛИКВИДАЦИИ ПОСЛЕДСТВИЙ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ**

**Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Всероссийский ордена «Знак Почета» научно-исследовательский
институт противопожарной обороны» (ФГБУ ВНИИПО МЧС России)**

УТВЕРЖДАЮ

**Начальник
ФГБУ ВНИИПО МЧС России
доктор технических наук**



Д.М. Гордиенко

_____ 2021 г.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

**по расчетной оценке огнестойкости конструкции монолитного
железобетонного перекрытия выполняемого по несъемной опалубке
из стального профилированного листа с огнезащитой
минераловатными плитами марки «ТЕХНО ОЗБ 80»**

**Заместитель начальника
ФГБУ ВНИИПО МЧС России**

А.Ю. Лагозин

МОСКВА 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
1. Техническое задание	4
1.1. Общие положения	4
1.2. Нормативные ссылки	5
1.3. Техническая документация	5
1.4. Описание объекта и конструктивные решения.....	6
1.5. Условия работы конструкций при пожаре	7
1.6. Предельные состояния конструкций.....	8
1.7. Требования пожарной безопасности.....	10
2. Расчетный метод определения огнестойкости железобетонных конструкций	11
2.1. Общие положения	11
2.2. Исходные предпосылки и основные допущения при расчете.....	12
2.3. Алгоритм расчета железобетонных конструкций.....	14
2.4. Расчет фактических пределов огнестойкости железобетонных конструкций	17
2.4.1. Подготовка исходных данных	17
2.4.2. Теплотехнический расчет.....	18
2.4.3. Статический расчет	22
2.4.4. Оценка результатов расчета	31
3. Расчет огнестойкости железобетонного монолитного перекрытия по несъемной опалубке из профилированного листа и огнезащи- той плитами из минеральной (каменной) ваты марки техно ОЗБ 80..	32
3.1. Расчет конструкции	32
3.2. Оценка пожарной опасности строительных конструкций	33
Выводы	34
Дополнительная информация	34
Приложение А	35
Приложение Б	52

ВВЕДЕНИЕ

Основание для проведения работы – договор № 439/Н-3.2 от 01.10.2020 г.

В данной работе, на основании переданной заказчиком документации, был произведен расчет огнестойкости монолитного железобетонного перекрытия выполняемого по несъемной опалубке из стального профилированного листа с огнезащитой плитами из минеральной (каменной) ваты марки ТЕХНО ОЗБ 80.

Согласно техническому заданию заказчика рассматриваемая конструкция должна соответствовать требуемому пределу огнестойкости REI 150.

Фактические пределы огнестойкости конструкций определяются в соответствии с ГОСТ 30247.0-94 "Конструкции строительные. Методы испытания на огнестойкость. Общие требования" и ГОСТ 30247.1-94 "Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции".

Согласно ГОСТ 30247.0-94 результаты, полученные при испытании, могут быть использованы для оценки расчетными методами других аналогичных (по форме, материалам, конструктивному исполнению) конструкций. На основании экспериментальных данных ВНИИПО был произведен расчет строительной конструкции.

В соответствии с п. 7.4 ГОСТ 30247.1-94 температурное воздействие на конструкцию перекрытия рассматривалось снизу.

Расчет температурного поля в сечении железобетонной конструкции производился с помощью ЭВМ. Программа для расчета составлена по алгоритму, который представляет собой ряд формул, полученных на основе решения краевой задачи теплопроводности методом элементарных балансов (конечно-разностный метод решения уравнения теплопроводности Фурье при внешней и внутренней нелинейности и наличии отрицательных источников тепла: испарение воды в бетоне и теплоотдача в грунт с необогреваемой поверхности).

ВВЕДЕНИЕ

В данной работе, на основании переданной заказчиком документации, был произведен расчет огнестойкости монолитного железобетонного перекрытия выполняемого по несъемной опалубке из стального профилированного листа с огнезащитой плитами из минеральной (каменной) ваты марки ТЕХНО ОЗБ 80.

Согласно техническому заданию заказчика рассматриваемая конструкция должна соответствовать требуемому пределу огнестойкости REI 150.

Фактические пределы огнестойкости конструкций определяются в соответствии с ГОСТ 30247.0-94 "Конструкции строительные. Методы испытания на огнестойкость. Общие требования" и ГОСТ 30247.1-94 "Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции".

Согласно ГОСТ 30247.0-94 результаты, полученные при испытании, могут быть использованы для оценки расчетными методами других аналогичных (по форме, материалам, конструктивному исполнению) конструкций. На основании экспериментальных данных ВНИИПО был произведен расчет строительной конструкции.

В соответствии с п. 7.4 ГОСТ 30247.1-94 температурное воздействие на конструкцию перекрытия рассматривалось снизу.

Расчет температурного поля в сечении железобетонной конструкции производился с помощью ЭВМ. Программа для расчета составлена по алгоритму, который представляет собой ряд формул, полученных на основе решения краевой задачи теплопроводности методом элементарных балансов (конечно-разностный метод решения уравнения теплопроводности Фурье при внешней и внутренней нелинейности и наличии отрицательных источников тепла: испарение воды в бетоне и теплоотдача в грунт с необогреваемой поверхности).

Статический расчет конструкции производился на основании переданных заказчиком данных по рассматриваемой строительной конструкции и действующим на неё нагрузкам, и заключался в сравнительной оценке несущей способности конструкций перекрытия при воздействии стандартного температурного режима по отношению к действующей нагрузке. Действующие напряжения в сечении конструкций учитывают нормативную нагрузку, а также собственный вес конструкций.

На основании проведенных расчетов на огнестойкость был получен фактический предел огнестойкости несущей железобетонной строительной конструкции, и произведена сравнительная оценка указанных характеристик на соответствие требованиям пожарной безопасности.

Сделан вывод о возможности использования плит из минеральной (каменной) ваты марки ТЕХНО ОЗБ 80 для огнезащиты строительных конструкций аналогичного типа.

1. ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

1.1. Общие положения

Исследуемый объект: железобетонная монолитная плита перекрытия, выполняемая по несъемной опалубке из стального профилированного листа Н75-750-0,8 по ГОСТ 27045-94, укладываемого по несущим конструктивным элементам здания (в данном расчете не рассматриваются).

Рассматривается техническая документация по конструктивному исполнению монолитного перекрытия, содержащая схемы армирования, используемые материалы конструкции, предложенный способ огнезащиты.

В данной работе производится расчет огнестойкости несущей железобетонной монолитной плиты перекрытия с целью аналитической оценки возможности применения предложенной огнезащиты.

1.2. Нормативные ссылки

При оценке огнестойкости рассматриваемой конструкции перекрытия учитывались положения следующих нормативных правовых актов и нормативных документов:

1. Федеральный закон от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности»;
2. СП 2.13130.2020 «Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты»;
4. ГОСТ 30247.0-94 "Конструкции строительные. Методы испытания на огнестойкость. Общие требования";
5. ГОСТ 30247.1-94 "Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции".
6. ГОСТ 30403-2012 «Конструкции строительные. Метод испытания на пожарную опасность».

1.3. Техническая документация

В целях проведения оценки огнестойкости несущих конструкций на рассматриваемом объекте был проведен анализ следующей технической документации:

1. Рабочий чертеж по устройству конструкции монолитного железобетонного перекрытия по несъемной опалубке из стального профилированного листа, на 1-м листе.
2. Отчет ИЛ НИЦ ПБ ФГБУ ВНИИПО МЧС России № 12232 от 30.04.2014 г. «Огнестойкость железобетонной многопустотной предварительно напряженной плиты перекрытия безопалубочного формования марки ПБ 60-12-8 ГОСТ 9561-91 с огнезащитой плитами из минеральной (каменной) ваты марки «Плита ТЕХНОНИКОЛЬ 80 огнезащитная для изоляции конструкций из бетона» ТУ 5762-004-74182181-2008 с изм. 1, 2», на 16-ти листах (приложение А).

3. Технологический регламент № ОЗБ ТН80-2014 "Монтаж огнезащитного покрытия железобетонных конструкций при помощи "Плит ТЕХНОНИКОЛЬ 80 огнезащитных для изоляции конструкций из бетона", на 8-ми листах (приложение Б).

1.4. Описание конструкции и используемые материалы

Согласно проектным решениям исследуемая конструкция перекрытия выполняется по несущему каркасу из горизонтальных балок, опирающихся на колонны (в данном заключении не рассматривается).

Заполнение перекрытия выполнено из монолитного железобетона по несъемной опалубке из стального профилированного настила марки Н75-750-0,8 по ГОСТ 27045-94, уложенного на балки.

Бетон класса В 22,5, армированный вязаной сеткой из арматуры Ø10 А III (шаг 100×100 мм). Рабочая арматура – Ø16 АIII, расположенная в каждой гофре профнастила. Защитный слой бетона до арматуры 30 мм.

Общая толщина железобетонного перекрытия составляет 175 мм. Минимальная толщина слоя бетона составляет 100 мм.

Схема конструкции междуэтажного перекрытия представлена в приложении А.

В целях повышения огнестойкости конструкции монолитного перекрытия применяется огнезащита из минераловатных плит марки ТЕХНО ОЗБ 80 (аналог плит марки "Плита ТЕХНОНИКОЛЬ 80 огнезащитная для изоляции конструкций из бетона" ТУ 5762-004-74182181-2008 с изм. 1, 2") толщиной 50 мм и плотностью 80 кг/м³ ±10 %. Огнезащита конструкции перекрытия осуществляется в соответствии с технологическим регламентом № ОЗБ ТН80-2014 "Монтаж огнезащитного покрытия железобетонных конструкций при помощи "Плит ТЕХНОНИКОЛЬ 80 огнезащитных для изоляции конструкций из бетона" (приложение Б).

1.5. Условия работы конструкций при пожаре

Условия, влияющие на изменение несущей способности конструкций при пожаре и, как следствие, на устойчивость сооружения в целом, включают в себя следующие показатели:

- продолжительность пожара;
- температура пожара;
- направление обогрева конструкции;
- условия нагружения и опирания конструкции.

В реальной ситуации при строительстве и при возникновении пожара все эти условия имеют неоднозначный характер и зависят как от конструктивного решения объекта, так и от целого ряда факторов независящих от вмешательства человека.

При проведении испытаний конструкций на огнестойкость эти условия определяются принятыми строительными нормами и правилами и максимально приближаются к реальным.

При проведении аналогичных расчетов конструкций на огнестойкость условия работы конструкции при пожаре принимаются такими же, как для проведения испытаний. Температурный режим, направление обогрева конструкции и условия нагружения и опирания конструкции определяются по ГОСТ 30247.0-94 и ГОСТ 30247.1-94. Продолжительность воздействия пожара определяется исходя из противопожарных требований, выдвинутых непосредственно к данной конструкции.

Температурный режим "стандартного пожара", воздействующий на конструкцию, является функцией зависимости температуры от времени и записывается в виде формулы:

$$t_{в,τ} = 345 \lg(8τ + 1) + t_n$$

где: $t_{в,τ}$ - температура нагревающей среды, °С;

τ - время в минутах;

t_n - начальная температура нагревающей среды, °С.

Основные точки этой зависимости при $t_n = 20$ °С приведены в таблице 1:

Таблица 1

Время τ , мин	Температура $t_{в,\tau}$, °С	Время τ , мин	Температура $t_{в,\tau}$, °С
15	738	105	1030
30	841	120	1049
45	905	135	1065
60	945	150	1085
75	980	165	1095
90	1006	180	1110

Направление воздействия огня при расчете должно соответствовать реальным условиям работы конструкции при возможном процессе нагревания конструкции, в случае пожара. В расчете была рассмотрено тепловое воздействие снизу согласно п. 7.4 ГОСТ 30247.1-94.

1.6. Предельные состояния конструкций

Пределы огнестойкости строительных конструкций устанавливаются по времени (в минутах) от начала огневого испытания при стандартном температурном режиме до наступления одного из нормируемых для данной конструкции предельных состояний по огнестойкости, перечисленных в ч.2 ст. 35 № 123-ФЗ.

В соответствии с п. 5.2.1 СП 2.13130.2012 пределы огнестойкости строительных конструкций определяются по ГОСТ 30247.0-94 и ГОСТ 30247.1-94.

Согласно ГОСТ 30247.0-94 устанавливаются следующие предельные состояния и обозначения пределов огнестойкости конструкций:

R – потеря несущей способности вследствие обрушения конструкции или возникновения предельных деформаций.

Для изгибаемых конструкций следует считать, что предельное состояние наступило, если:

- прогиб достиг величины $L/20$ или
- скорость нарастания деформаций достигла

$$L^2/(9000 h) \text{ см/мин,}$$

где L - пролет, см;

h - расчетная высота сечения конструкции, см.

Для вертикальных конструкций предельным состоянием следует считать условие, когда вертикальная деформация достигает $L/100$ или скорость нарастания вертикальных деформаций достигает 10 мм/мин.

В расчетах данное предельное состояние определяется тем, что несущая способность конструкции снижается до величины рабочей нагрузки:

$$N_{p,t} = N_n, \text{ или } M_{p,t} = M_n;$$

I – Потеря теплоизолирующей способности вследствие повышения температуры на необогреваемой поверхности конструкции в среднем более чем на 140°C или любой точке этой поверхности более чем на 180°C в сравнении с температурой конструкции до испытания или более 220°C независимо от температуры конструкции до испытания.

E – Потеря целостности в результате образования в конструкции сквозных трещин или отверстий, через которые на необогреваемую поверхность проникают продукты горения или пламя.

Согласно ГОСТ 30247.0-94 "Конструкции строительные. Методы испытания на огнестойкость. Общие требования" полученный фактический предел огнестойкости конструкции обозначается соответствующими сим-

волами (REI) и цифровым значением времени достижения предельного состояния конструкции в минутах, например: REI 90.

Расчет огнестойкости конструкции обделки тоннеля производился только по несущей способности (R), так как для указанных конструкций не существует требований по теплоизолирующей способности и целостности. Это обуславливается тем, что указанные предельные состояния в данном случае не являются пожароопасными факторами на рассматриваемом объекте, так как на необогреваемой стороне конструкции нет прилегающих помещений и нет пожарной нагрузки, способствующей распространению пламени.

В соответствии с п. 5.2.2 СП 2.13130.2012 класс пожарной опасности строительных конструкций определяется по ГОСТ 30403-2012. Критерии оценки пожарной опасности конструкции – см. п. 10 ГОСТ 30403-96. Испытания конструкций на пожарную опасность проводятся в течение времени, которое соответствует требуемому пределу огнестойкости конструкций, но не более 45 мин.

1.7. Требования пожарной безопасности

При проектировании системы противопожарной защиты рассматриваемой конструкции учитывались требования Федерального закона от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ “Технический регламент о требованиях пожарной безопасности”, а также другие нормативные документы, отражающие противопожарное состояние объекта и мероприятия по его обеспечению.

Противопожарные требования для рассматриваемой конструкции перекрытия определялись на основании технического задания заказчика. Согласно указанным требованиям конструкция перекрытия должна соответствовать классу пожарной опасности K0 и обеспечивать требуемый предел огнестойкости R 150.

Согласно ч. 10 ст.87 № 123-ФЗ и ГОСТ 30247.0-94 пределы огнестойкости строительных конструкций, аналогичных по форме, материалам,

конструктивному исполнению, строительным конструкциям, прошедшим огневые испытания, могут определяться расчетно-аналитическим методом, установленным нормативными документами по пожарной безопасности.

2. РАСЧЕТНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОГНЕСТОЙКОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

2.1. Общие положения

Пожарная опасность здания в значительной мере определяется степенью его огнестойкости, которая зависит от класса пожарной опасности и огнестойкости основных конструктивных элементов здания.

Класс пожарной опасности характеризует способность конструкции гореть или не гореть при воздействии на нее огня. Однако в условиях пожара кроме высоких температур на конструкцию оказывают воздействие собственный вес и эксплуатационные нагрузки. Возможны также дополнительные статические нагрузки и динамические воздействия.

В результате указанных воздействий несущие конструкции деформируются, теряют прочность и могут полностью разрушиться. Ограждающие конструкции, особенно тонкостенные, могут раньше их разрушения прогреться до опасных температур, прогореть или получить сквозные трещины, что приведет к распространению пожара в смежные помещения.

Способность конструкций сопротивляться воздействию пожара в течение определенного времени, сохраняя при этом обычные эксплуатационные функции, называется огнестойкостью. Огнестойкость относится к числу основных характеристик конструкций и регламентируется строительными нормами и правилами.

Время, по истечении которого конструкция теряет несущую или ограждающую способность, называется пределом огнестойкости и измеряется в минутах от начала испытания конструкции на огнестойкость до возникновения одного из следующих признаков:

- потеря несущей способности;
- потеря теплоизолирующей способности;
- потеря целостности.

Существует методика оценки конструкции или элементов на огнестойкость с помощью испытаний. Методика позволяет определять истинную огнестойкость элемента, которая равна или превышает требуемое время сохранения несущей или теплоизолирующей способности. Но при всех своих положительных качествах, испытание на огнестойкость имеет и отрицательные характеристики:

- размер опытных образцов ограничен габаритом печей;
- при испытании на огнестойкость получают данные только о поведении данного опытного образца. Очень трудно, а иногда и невозможно использовать эти результаты в других случаях;
- большая стоимость испытаний и их трудоемкость.

Все эти недостатки частично или полностью устраняются при использовании расчетных методов определения огнестойкости. В связи с этим был разработан аналитический метод расчета по более точному определению огнестойкости строительных конструкций.

Данный расчетный метод имеет цель производить оценку огнестойкости железобетонных конструктивных элементов зданий по признакам потери несущей и теплоизолирующей способности. Метод предполагает использование расчетно-программных комплексов с применением ЭВМ.

2.2. Исходные предпосылки и основные допущения при расчете

Согласно ГОСТ 30247.0-94 "Конструкции строительные. Методы испытания на огнестойкость. Общие требования" данные по пределам огнестойкости конструкций, полученные при испытаниях, могут быть использованы в расчетах на огнестойкость.

В качестве исходных предпосылок для расчета огнестойкости строительных конструкций принимаются положения ГОСТ 30247.1-94 "Кон-

струкции строительные. Методы испытания на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции", сущность которых сводится к следующему:

- нагрузку на конструкцию следует определять на основании подробного анализа условий, возникающих во время пожара, в случае невозможности определения таких условий, нагрузку принимают равной нормативной нагрузке;
- тепловое воздействие на конструкцию определяется температурным полем при пожаре, для контроля используется стандартная кривая;
- расчет предела огнестойкости следует выполнять на основе температурного поля в конструкции;
- в расчете учитываются изменения физико-механических свойств материала, вызываемые высокой температурой;
- в качестве начальной температуры среды и конструкции принимают 20°C , если нет обоснования для другой величины.

Испытания железобетонных строительных конструкций на огнестойкость и проведенные расчеты показали, что расчетный метод определения огнестойкости конструкций дает удовлетворительные результаты при определенных допущениях. При решении статической и теплотехнической задач по расчету огнестойкости конструкций принимаются следующие допущения:

- расчет конструкций по потере целостности не производится;
- расчет прогрева конструкции осуществляется для одного из сечений конструкции в двухмерной форме;
- при равномерном обогреве по всей длине конструкции, температурное поле в расчетном сечении принимается для всей конструкции;
- утечками тепла по торцам конструкции пренебрегают;
- при расчетах влажность бетона принимается равной 2,0 %, что исключает взрывообразное разрушение бетона при пожаре;
- для решения теплотехнической задачи используются теплотехнические характеристики бетонов известных марок. В противном случае

необходимы дополнительные исследования новых марок бетонов при нормальных условиях и в условиях нагрева;

- расчету подвергается отдельно взятый конструктивный элемент без учета связи с другими конструкциями;

- температурные напряжения в конструкции, появляющиеся в результате неравномерного прогрева в силу изменения упругопластических свойств материалов при действии высоких температур, не учитываются;

- при расчете критических температур и критических сечений пределы прочности и пределы текучести строительных материалов принимаются равными нормативным сопротивлениям этих материалов.

2.3. Алгоритм расчета железобетонных конструкций

В зависимости от характера конструкции проверке путем расчета подлежат несущая и теплоизолирующая способности конструкции. Для определения несущей способности конструкции считается достаточным также и оценка по критическим температурам материалов конструкции (сталь, бетон и т. д.), имеющим для несущей способности решающее значение.

За предел огнестойкости конструкции принимается время нагрева, по истечении которого наступит одно из предельных состояний:

- несущая способность конструкции снизится до величины рабочей нагрузки:

$$N_{p,t} = N_n, \text{ или } M_{p,t} = M_n;$$

- приращение температуры на необогреваемой поверхности конструкции достигнет 140 °С (ГОСТ 30247.1-94 "Конструкции строительные. Методы испытаний на огнестойкость. Несущие и ограждающие конструкции").

Потеря целостности конструкций из железобетона в большинстве случаев наступает в результате хрупкого взрывообразного разрушения бетона при повышенной влажности бетона. Так как при расчетах влажность бетона принимается равной 2,0 %, что исключает взрывообразное разрушение бетона при пожаре (отчет НИИЖБ ГНЦ "Строительство" Минстроя РФ от 12.8.1996 г.), то расчеты на потерю целостности не производятся в связи с малой вероятностью наступления данного предельного состояния.

Сущность расчета заключается в определении времени, по истечении которого в условиях воздействия высоких температур при пожаре несущие и ограждающие конструкции теряют теплоизолирующую или несущую способность. Это время именуют пределом огнестойкости. На потерю теплоизолирующей способности рассчитывают внутренние стены, перегородки и обделки тоннеля. Все несущие строительные конструкции рассчитывают на потерю несущей способности. Поскольку отдельные строительные конструкции одновременно выполняют функции ограждения и, кроме этого воспринимают различные нагрузки, то они подвергаются двум видам расчета: на потерю теплоизолирующей способности и на потерю несущей способности. Так, несущая стена рассчитывается на потерю теплоизолирующей и несущей способности, а ненесущая стена или перегородка - только на потерю теплоизолирующей способности. Таким образом, огнестойкость строительных конструкций рассчитывается по одному и двум состояниям. В тех случаях, когда конструкция рассчитывается по двум состояниям, ее предел огнестойкости принимают по худшему случаю.

Задачи, связанные с определением критических температур и критических сечений, принято называть *статическими*, а задачи по определению времени прогрева конструкции или части ее сечения до критической температуры - *теплотехническими*.

Теплотехническая часть расчета имеет целью определение температур по сечению конструкции, подвергающейся воздействию "стандартного

пожара". Расчет производится при моделировании стандартных условий теплового воздействия на конструкцию по ГОСТ 30247.0-94.

Статическая часть расчета имеет целью вычисление несущей способности (прочности, потери устойчивости) в различные моменты времени нагрева конструкции, в результате чего находится зависимость снижения несущей способности конструкции в период действия "стандартного пожара". На основании данной зависимости определяется предел огнестойкости по признаку потери несущей способности, т.е. время нагрева конструкции до полного разрушения, когда ее прочность снизится до величины нормативной нагрузки (рис. 1).

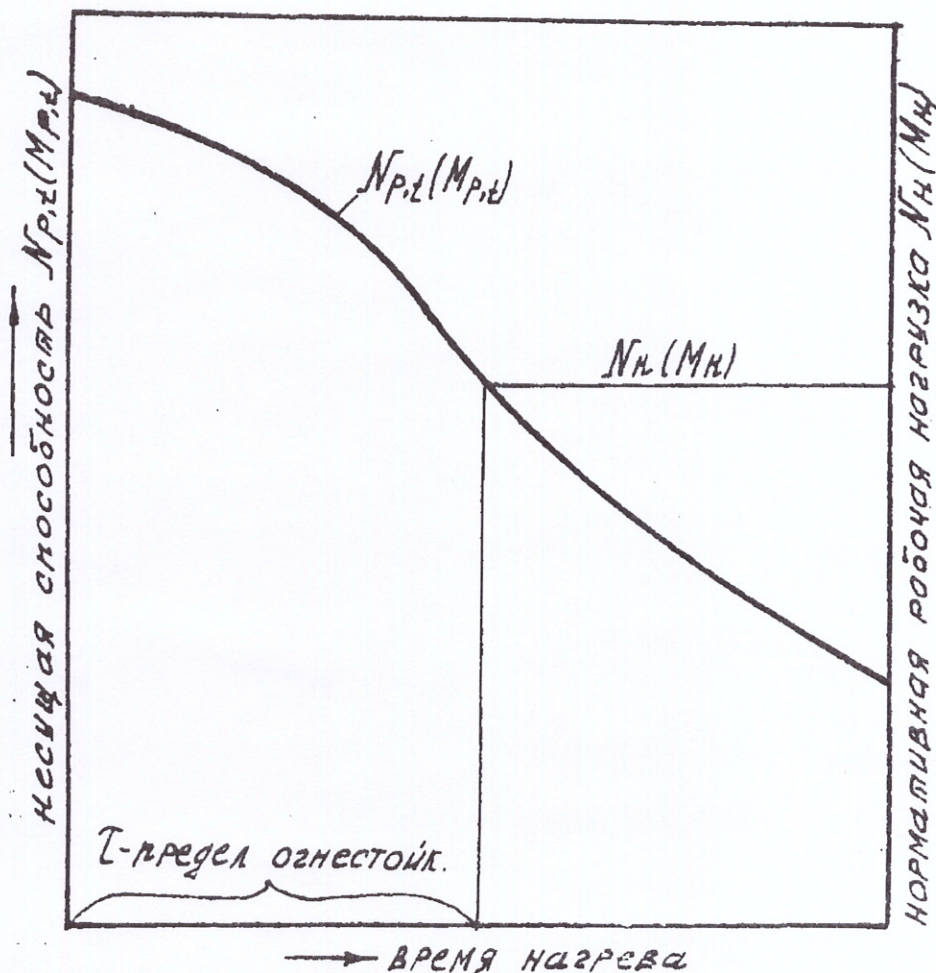


Рис. 1. Общая схема расчета предела огнестойкости по признаку потери несущей способности конструкции

2.4. Расчет фактических пределов огнестойкости железобетонных конструкций

2.4.1. Подготовка исходных данных.

Исходные данные определяются по следующему перечню наименований, в соответствии с приведенными рекомендациями:

2.4.1.1. Статические параметры опирания-нагружения конструкции

2.4.1.1.1. Вид нагружения конструкции – определяется как один из нижеперечисленных:

- центрально-сжатые элементы;
- статически определимые изгибаемые элементы;
- статически неопределимые изгибаемые элементы;
- плиты опертые по контуру.

2.4.1.1.2. Нормативная нагрузка, кг (кг/м, кг/м²) – определяется из СНиП 2.01.07-85 "Нагрузки и воздействия" или по проекту здания;

2.4.1.1.3. Вид опирания конструкции – определяется как один из нижеперечисленных:

- шарнирное опирание по концам;
- защемление по концам;
- один конец защемлен другой свободен;
- один конец защемлен, другой шарнирно оперт;

2.4.1.2. Геометрические параметры конструкции и их производные:

- длина (высота) конструкции, мм;
- размеры поперечного сечения, мм;
- площадь поперечного сечения, см²;
- количество арматурных стержней, шт;
- площадь сечения арматуры, мм²;
- защитный слой бетона до арматуры, мм.

2.4.1.3. Свойства материалов бетона и стали

2.4.1.3.1. Прочностные характеристики:

- нормативное сопротивление бетона при нормальной температуре, кг/см²;
- нормативное сопротивление арматуры при нормальной температуре, кг/см²;

2.4.1.3.2. Теплотехнические свойства материалов

- плотность, кг/м³;
- влажность, в долях;
- степень черноты, s_0 ;
- начальный коэффициент теплопроводности A , Вт/(м град);
- коэффициент изменения теплопроводности при нагреве B , Вт/(м град²);
- начальный коэффициент теплоемкости C , Дж/(кг град);
- коэффициент изменения теплоемкости при нагреве D , Дж/(кг град²).

2.4.1.4. Условия обогрева конструкции:

- количество обогреваемых сторон – в зависимости от типа и расположения конструкции (одно-, двух-, трех-, или четырехсторонний обогрев);
- начальная температура нагревающей среды, °К, принимается 293°К.

2.4.2. Теплотехнический расчет

2.4.2.1. Общие положения

2.4.2.1.1. Расчет производится при условии изменения температуры нагревающей среды во времени по кривой "стандартного пожара" (ГОСТ 30247.0-94), уравнение которой имеет вид:

$$t_{в,т} = 345 \lg(0,133\tau + 1) + t_n \quad (1)$$

где:

$t_{в,т}$ - температура нагревающей среды, °К;

τ - время в секундах;

t_n - начальная температура нагревающей среды, °К.

2.4.2.1.2. Коэффициент передачи тепла - α , Вт/(м² град), от нагревающей среды с температурой $t_{в,\tau}$ к поверхности конструкции с температурой t_0 вычисляется по формуле:

$$\alpha = 29 + (3,9 - 0,0023t_0) \frac{(t_{в,\tau}/100)^4 - (t_0/100)^4}{t_{в,\tau} - t_0} \quad (2)$$

где $(3,9 - 0,0023 t_0)$ - результат умножения коэффициента излучения 5,77 абсолютно черного тела на приведенную степень черноты $(0,67 - 0,0004 t_0)$ системы "огневая камера - бетонная поверхность", полученную на основе обобщения экспериментальных данных.

2.4.2.1.3. Расчет температурного поля в сечении железобетонной конструкции производится с помощью ЭВМ.

Программа для расчета составляется по алгоритму, который представляет собой ряд формул, полученных на основе решения краевой задачи теплопроводности методом элементарных балансов (конечно-разностный метод решения уравнения теплопроводности Фурье при внешней и внутренней нелинейности и наличии отрицательных источников тепла: испарение воды в облицовке и нагрев металла стержня). По этим формулам температура вычисляется последовательно через расчетные интервалы времени $\Delta\tau$.

2.4.2.1.4. Начальные условия для расчета принимаются следующими:

Начальная температура во всех точках по сечению конструкции до пожара и температура окружающей среды вне зоны пожара одинакова и равна $t_n = 293$ °К.

2.4.2.1.5. Величина расчетного интервала времени - $\Delta\tau$ (шаг программы) выбирается такой, чтобы она целое число раз укладывалась в интервале машинной записи результатов расчета. При этом выбранная вели-

чина $\Delta\tau$ не должна превышать значения, которое вычисляется по формуле (6).

2.4.2.2. Алгоритм машинного расчета¹ составляется на основании схемы, изображенной на рис. 2. Сечение конструкции толщиной δ_0 разбивается на n -ое число слоев Δx . Температура в каждом слое определяется через расчетный интервал времени $\Delta\tau$.

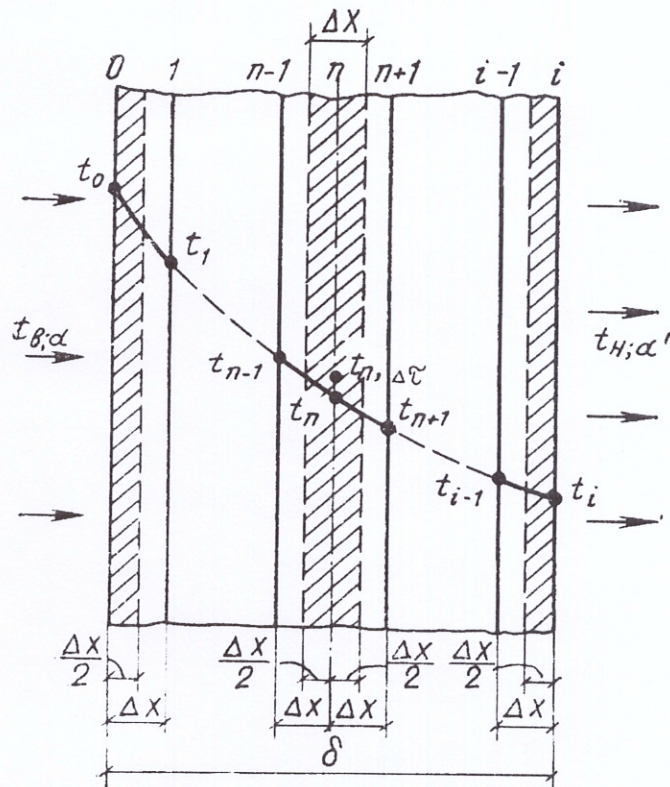


Рис. 2. Схема к расчету на ЭВМ прогрева плоской сплошной конструкции.

2.4.2.2.1. Температуры на поверхностях и по толщине конструкции $t_{\Delta\tau}$ через расчетный интервал времени - $\Delta\tau$, вычисляются по формулам:

- температура на обогреваемой поверхности:

$$t_{0, \Delta\tau} = \frac{2\Delta\tau [A(t_1 - t_0) + 0,5B(t_1^2 - t_0^2) + \alpha(t_{\theta} - t_0)\Delta x]}{\gamma_c \Delta x^2 (C + Dt_0)} + t_0 - t_{\phi} \quad (3)$$

¹ Вследствие громоздкости и малой практической значимости формул машинного расчета различных типов конструктивных элементов (с двумерным тепловым полем, включениями арматуры и воздушных прослоек) здесь приведен наиболее простой вариант расчета плоской сплошной конструкции.

- температура во внутренних слоях:

$$t_{n,\Delta\tau} = \frac{\Delta\tau \left[A(t_{n-1} - 2t_n + t_{n+1}) + 0,5B(t_{n-1}^2 - 2t_n^2 + t_{n+1}^2) \right]}{\gamma_c \Delta x^2 (C + Dt_n)} + t_n - t_\phi \quad (4)$$

- температура на необогреваемой поверхности:

$$t_{i,\Delta\tau} = \frac{2\Delta\tau \left[A(t_{i-1} - t_i) + 0,5B(t_{i-1}^2 - t_i^2) + \alpha'(t_n - t_i)\Delta x \right]}{\gamma_c \Delta x^2 (C + Dt_i)} + t_i - t_\phi \quad (5)$$

где

$t_{0,\Delta\tau}$, $t_{n,\Delta\tau}$, $t_{i,\Delta\tau}$ - температура через расчетный интервал времени- $\Delta\tau$, °К;

t_0 , t_n , t_i - температура в данный момент времени - τ , °К;

$t_{e,\tau}$ - температура нагревающей среды в данный момент времени - τ , °К;

α - коэффициент передачи тепла от нагревающей среды к поверхности конструкции, Вт/(м² град);

α' - коэффициент передачи тепла от необогреваемой поверхности конструкции к внешней среде, Вт/(м² град);

A - начальный коэффициент теплопроводности бетона, Вт/(м град);

B - коэффициент изменения теплопроводности бетона при нагреве, Вт/(м град²);

C - начальный коэффициент теплоемкости бетона, Дж/(кг град);

D - коэффициент изменения теплоемкости бетона при нагреве, Дж/(кг град²);

γ_{cm} - удельный вес бетона, кг/м³;

$$t_\phi = \frac{p_e r}{100(C + Dt_{исн})} - \text{фиктивная температура}$$

где p_e - начальная весовая влажность облицовки, %;

r - скрытая теплота парообразования воды, $r=2260 \cdot 10^3$ Дж/кг;

2.4.2.2.2. Условием устойчивости алгоритма является расчетный максимальный интервал времени - $\Delta\tau_{\max}$, который вычисляется по формуле:

$$\Delta\tau_{\max} = \frac{\gamma_c \Delta x (C + Dt_0)}{2\alpha + (2A + Bt_0) / \Delta x} \quad (6)$$

где α и t_0 - максимально возможные значения в расчете.

2.4.3. Статический расчет

2.4.3.1. Сжатые элементы

За предел огнестойкости конструкции принимается время нагревания, по истечении которого несущая способность конструкции снизится до величины рабочей нагрузки:

$$N_{p,t} = N_n$$

По данным расчетов $N_{p,t}$ строится кривая снижения несущей способности колонны по времени нагрева конструкции. По графику снижения несущей способности $N_{p,t}$, находится фактический предел огнестойкости конструкции при $N_{p,t} = N_n$.

А. Центральные сжатые колонны

Несущая способность колонны в период воздействия "стандартного пожара" определяется с помощью формулы:

$$N_{p,t} = \varphi (F_y R_{bn} + F_a R_{an} \gamma_a) \quad (7)$$

где φ - коэффициент продольного изгиба, принимается из таблицы 2 в зависимости от отношения расчетной длины колонны l_0 к минимальному размеру b_y ядра сечения ограниченного изотермой с критической температурой 500 °С;

Расчетная длина - l_0 стержня принимается равной:

- шарнирное опирание по концам - l ;

где l - длина стержня, см;

- защемление по концам - $0,5 l$;
- один конец защемлен другой свободен - $2 l$;
- один конец защемлен, другой шарнирно оперт - $0,7 l$.

Таблица 2

$l_0/b_{я}$	$l_0/d_{я}$	φ	$l_0/b_{я}$	$l_0/d_{я}$	φ
≤ 8	≤ 7	1	22	19	0,77
10	8,5	0,98	24	21	0,73
12	10,5	0,96	26	22,5	0,68
14	12	0,93	28	24	0,64
16	14	0,89	30	26	0,59
18	15,5	0,85	32	28	0,54
20	17	0,81	34	29,5	0,49

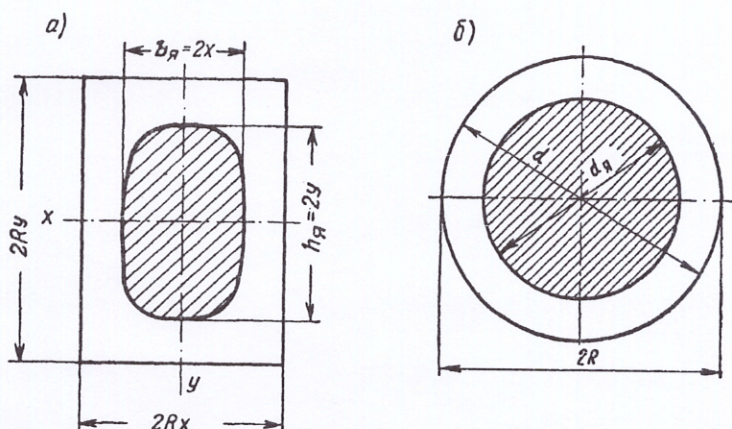


Рис. 3. Ядро колонны, обогреваемой со всех сторон
 а - прямоугольного сечения;
 б - круглого сечения.

$F_{я}$ - площадь ядра сечения ограниченного изотермой с критической температурой $500\text{ }^{\circ}\text{C}$, см^2 (см. рис. 3):

- для прямоугольного сечения $F_{я}=0,9 b_{я} h_{я}$;
- для круглого сечения $F_{я}=0,785 d_{я}^2$.

$R_{бн}$ - нормативное сопротивление бетона по прочности при сжатии, кг/см²;

F_a - сечение рабочей (продольной) арматуры, см²;

$R_{ан}$ - нормативное сопротивление рабочей арматуры, кг/см²;

γ_a - коэффициент снижения нормативного сопротивления арматуры (см. таблицу 3).

Б. Внецентренно сжатые колонны

Несущая способность колонны в период воздействия "стандартного пожара" определяется с помощью формулы:

$$N_{p,t} = \frac{F_a' R_{ан} \gamma_a (h_0 - a') + 0,4 b_t h_{0,t}^2 R_{бн}}{e + f_t} \quad (8)$$

где

F_a' - сечение сжатой или наиболее сжатой арматуры, см²;

$R_{бн}$ - нормативное сопротивление бетона, кг/см²;

γ_a - коэффициент снижения нормативного сопротивления арматуры (см. таблицу 3);

a' - расстояние от сжатой грани до центра сжатой арматуры, см;

e - расстояние от точки приложения рабочего усилия до центра растянутой (менее сжатой) арматуры, см;

$h_{0,t}$ - полезная высота расчетного сечения, см;

b_t - расчетная ширина сечения, см;

f_t - прогиб нагретой колонны (для случая шарнирного опирания), см:

$$f_t = 0,82(\varepsilon_a + \varepsilon_b + \varepsilon_t) \frac{l^2}{8h_{0,t}} \quad (9)$$

где

$\varepsilon_a = \frac{R_{ан} \gamma_a}{E_a} + 0,002$ - деформация, отвечающая пределу текучести арматуры в нагретом состоянии;

$\varepsilon_b = 0,0025$ - предельная сжимаемость бетона крайней фибры сжатой зоны расчетного сечения;

$\varepsilon_t = \alpha_t t_{a,sp} - 0,000012 t_n$ - температурная деформация растянутой арматуры.

Значения коэффициента снижения нормативного сопротивления арматуры γ_a

Наименование, класс и марка арматурной стали	R_{an} , кг/см ²	E_{an} , кг/см ²	$T_{a\text{кр}}$, °С	γ_a при температуре нагрева в °С															
				100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	
Горячекатаная круглая (гладкая) сталь класса А-1 марки Ст. 3	2400	$21 \cdot 10^5$	510	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,83	0,66	0,51	0,37	0,24	0,15	0,09	0,05
Горячекатаная периодического профиля сталь класса А-II марки Ст.5	3000	$21 \cdot 10^5$	520	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,76	0,52	0,36	0,23	0,16	0,1	0,06
То же, класса А-II марки Ст.10ГТ	3000	$21 \cdot 10^5$	510	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,85	0,66	0,49	0,34	0,21	0,13	0,08	0,04
Горячекатаная низколегированная круглая (гладкая) сталь марки Ст.10ХНДЦ	3900	$21 \cdot 10^5$	500	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,84	0,62	0,41	0,25	0,13	0,07	0,03	0,01
Горячекатаная низколегированная периодического профиля сталь класса А-III марки Ст.25Г2С	4000	$20 \cdot 10^5$	550	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,98	0,79	0,62	0,46	0,30	0,18	0,09	0,05
То же, класса А-III марки Ст.35ГС	4000	$20 \cdot 10^5$	550	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,84	0,62	0,47	0,30	0,17	0,08	0,04
Горячекатаная периодического профиля упрочненная выгужкой сталь класса А-IIв марки Ст.5	4500	$21 \cdot 10^5$	500	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,99	0,82	0,62	0,40	0,24	0,12	0,06	0,03	0,01
То же, класса А-IIIв марки Ст.25Г2С	5500	$20 \cdot 10^5$	520	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,91	0,70	0,49	0,33	0,20	0,13	0,07	0,03
То же, класса А-IIIв марки Ст.35ГС	5500	$20 \cdot 10^5$	520	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,95	0,73	0,51	0,35	0,22	0,15	0,09	0,05
Горячекатаная низколегированная периодического профиля сталь клас-	6000	$20 \cdot 10^5$	510	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,97	0,81	0,64	0,50	0,35	0,21	0,10	0,05	0,02

Наименование, класс и марка арматурной стали	$R_{ан}$, кг/см ²	$E_{ан}$, кг/см ²	$T_{а кр}$, °С	γ_a при температуре нагрева в °С															
				100	150	200	250	300	350	400	450	500	550	600	650	700	750	800	
са А-IV марки Ст.80С																			
То же, класса А-IV марки Ст.30ХГ2С	6000	$20 \cdot 10^5$	510	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,84	0,66	0,50	0,35	0,22	0,14	0,08	0,03
То же, класса А-IV марки Ст.20ХГ2Ц	6000	$20 \cdot 10^5$	520	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,86	0,67	0,48	0,31	0,19	0,11	0,05	0,02
То же, класса А-V марки Ст.23Х2Г2Т	8000	$19 \cdot 10^5$	500	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,97	0,79	0,62	0,40	0,38	0,23	0,11	0,06	0,03	0,01	
Термически упроченная периодического профиля сталь класса Аг-V	8000	$19 \cdot 10^5$	500	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,69	0,38	0,15	0,05	0,01	0	0
То же, класса Аг-VI	10000	$19 \cdot 10^5$	450	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,84	0,62	0,37	0,18	0,18	0,08	0,04	0,02	0,01	0	0
То же, класса Аг-VII	12000	$19 \cdot 10^5$	450	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	0,88	0,62	0,43	0,25	0,25	0,13	0,07	0,04	0,02	0	0
Арматурные канаты класса К7 Ø 15 мм	13200	$18 \cdot 10^5$	360	1,0	1,0	0,97	0,90	0,79	0,66	0,54	0,41	0,29	0,17	0,08	0,04	0,02	0,01	0	0

С. Несущие стены, простенки

Несущая способность центрально сжатых плоских элементов сплошного сечения, а также внецентренно сжатых элементов с малыми эксцентриситетами при жесткой заделке по концам находится аналогично центрально сжатым колоннам, принимая расчетную ширину сечения 1 м. Другие случаи приложения продольных сил и опирания конструкции требуют дополнительного экспериментального исследования.

2.4.3.2. Изгибаемые элементы

За предел огнестойкости конструкции принимается время нагревания, по истечении которого несущая способность конструкции снизится до величины действующего рабочего момента:

$$M_{p,t} = M_n \quad (10)$$

По данным расчетов $M_{p,t}$ строится кривая снижения несущей способности конструкции по времени нагрева конструкции. По графику снижения несущей способности $M_{p,t}$, находится фактический предел огнестойкости конструкции при $M_{p,t} = M_n$.

А. Статически определимые изгибаемые элементы

(плиты, настилы, панели, балки, прогоны, ригели)

Величина рабочего момента, в случае с равномерно распределенной нагрузкой, равна:

$$M_n = (q_n l^2)/8 \quad (11)$$

где

q_n - интенсивность равномерно распределенной нагрузки по длине конструкции, т/м (для плоских элементов, если задано в т/м² - про-

изводится пересчет, умножая на расчетную ширину $b=1$ м);

l - длина конструкции, м.

Несущая способность конструкции (см. рис. 4) в период воздействия "стандартного пожара" определяется с помощью формулы:

$$M_{p,t} = F_a R_{ан} \gamma_a (h_0 - 0,5x_t) + F'_a R_{ан} (0,5x_t - a') \quad (12)$$

где

F_a – сечение рабочей арматуры в растянутом сечении, см^2 ;

F'_a – сечение рабочей арматуры в сжатом сечении, см^2 ;

$R_{ан}$ – нормативное сопротивление арматуры, $\text{кг}/\text{см}^2$;

γ_a – коэффициент снижения нормативного сопротивления арматуры (см. Таб. 3);

h_0 – полезная высота сечения от сжатой грани до центра растянутой арматуры, см;

a' – расстояние от сжатой грани до центра сжатой арматуры, см;

x_t – высота сжатой зоны бетона в предельном состоянии, см:

$$x_t = \frac{F_a R_{ан} \gamma_a - F'_a R_{ан}}{b R_{бн}} \quad (13)$$

где

$R_{бн}$ – нормативное сопротивление бетона на сжатие при изгибе, $\text{кг}/\text{см}^2$;

b - ширина сечения сжатого бетона, см.

Формула (12) справедлива при условии $0,5x_t \geq a'$. При невыполнении данного условия сжатая арматура в расчет не принимается.

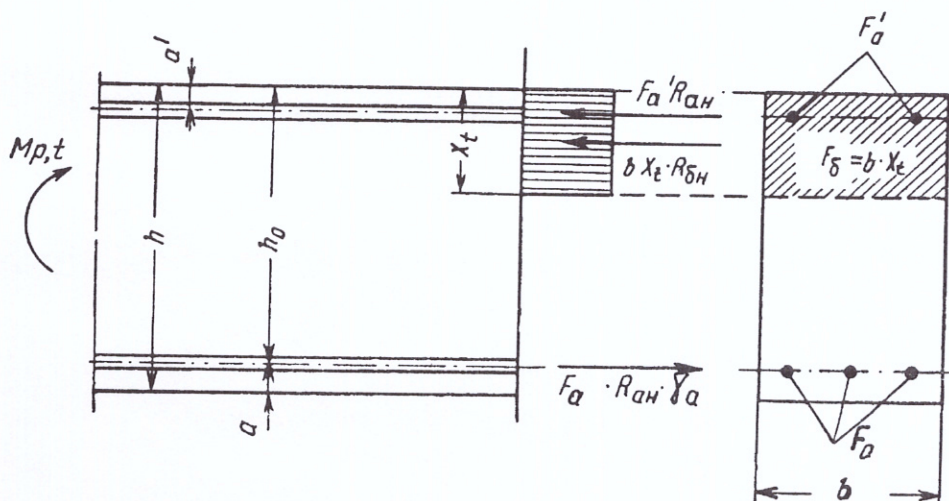


Рис. 4. Расчетная схема усилий в поперечном сечении статически определимого изгибаемого элемента.

Б. Статически неопределимые балки и плиты

Величина рабочего момента, в случае с равномерно распределенной нагрузкой, находится по формуле (11).

Несущая способность конструкции в период воздействия "стандартного пожара" определяется с помощью формулы:

$$M_{p,t} = M_{p,np,t} + M_{p,on,t} \quad (14)$$

где

$M_{p,np,t}$ – прочность пролетного сечения;

$M_{p,on,t}$ – прочность опорного сечения.

Прочность пролетного сечения вычисляется по формуле:

$$M_{p,np,t} = F_{a,np} R_{ан} \gamma_{a,np} (h_{0,np} - 0,5x_t) + F'_{a,np} R_{ан} (0,5x_t - a') \quad (15)$$

где

$F_{a,np}$ – сечение рабочей арматуры в растянутом сечении, см²;

$F'_{a,np}$ – сечение рабочей арматуры в сжатом сечении, см²;

$R_{ан}$ – нормативное сопротивление арматуры, кг/см²;

$\gamma_{a,np}$ – коэффициент снижения нормативного сопротивления арматуры (см. таб. 3);

$h_{0,np}$ – полезная высота сечения от сжатой грани до центра растянутой арматуры, см;

a' – расстояние от сжатой грани до центра сжатой арматуры, см;

x_t – высота сжатой зоны бетона в предельном состоянии, см:

$$x_t = \frac{F_{a,np} R_{ан} \gamma_{a,np} - F'_{a,np} R_{ан}}{b R_{бн}} \quad (16)$$

где

$R_{бн}$ – нормативное сопротивление бетона на сжатие при изгибе, кг/см²;

b – ширина сечения сжатого бетона, см.

Прочность опорного сечения (см. рис. 7) вычисляется по формуле:

$$M_{p,on,t} = (F_{a,on} R_{ан} - F'_{a,on} R_{ан} \gamma'_{a,on}) (h_{0,t} - 0,5x_t) + F'_{a,on} R_{ан} \gamma'_{a,on} (h_{0,on} - a') \quad (17)$$

где

$F_{a,on}$ – сечение рабочей арматуры в растянутом сечении балки, см²;

$F'_{a,on}$ – сечение рабочей арматуры в сжатом сечении балки, см²;

$R_{ан}$ – нормативное сопротивление арматуры, кг/см².

$\gamma'_{a,on}$ – коэффициент снижения нормативного сопротивления сжатой арматуры (см. таб. 3);

$h_{0,t}$ – полезная высота сечения до растянутой арматуры (от изотермы с температурой 500 °С).

$h_{0,on}$ – высота сечения до растянутой арматуры, см;

a' – расстояние от сжатой грани до центра сжатой арматуры, см;

x_t – высота сжатой зоны бетона в предельном состоянии:

$$x_t = \frac{F_{a,on} R_{ан} - F'_{a,on} R_{ан} \gamma'_{a,on}}{b R_{бн}} \quad (18)$$

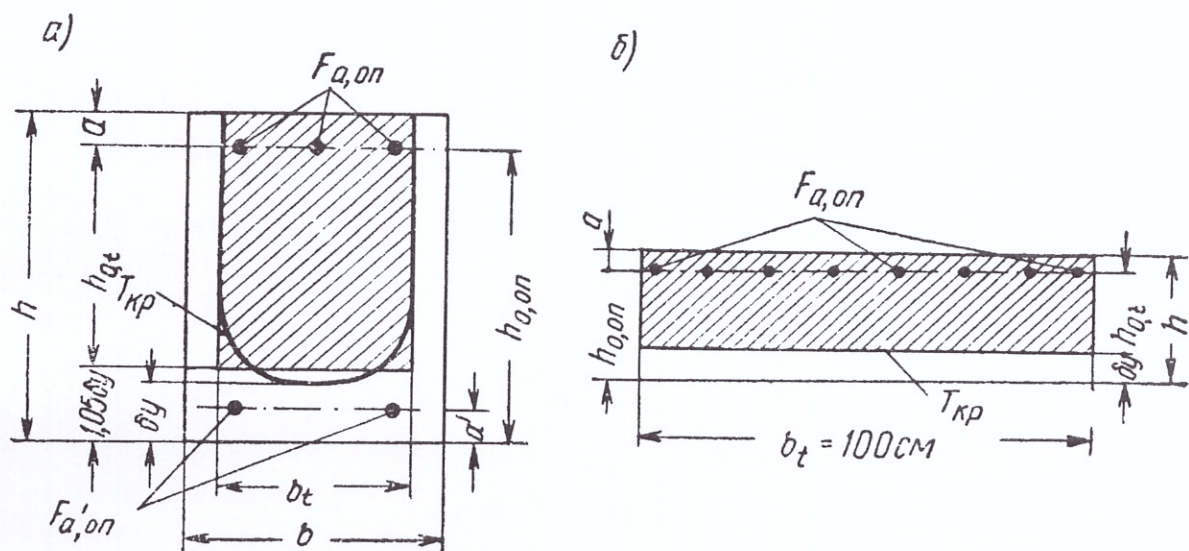


Рис. 5. Расчетные схемы опорных сечений статически неопределимых изгибаемых элементов.
а – балки; б – плиты.

Формулы (15), (17) справедливы при условии $0,5x_t \geq a'$. При невыполнении данного условия сжатая арматура в расчет не принимается.

2.4.4. Оценка результатов расчета

2.4.4.1. За результат принимается наименьшее время от начала теплового воздействия, по истечении которого наступит одно из предельных состояний по п. 2.3.

2.4.4.2. Результат расчета принимается за фактический предел огнестойкости железобетонной конструкции и обозначается согласно ГОСТ 30247.0-94: R – потеря несущей способности, I – потеря теплоизолирующей способности.

3. РАСЧЕТ ОГНЕСТОЙКОСТИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО МОНОЛИТНОГО ПЕРЕКРЫТИЯ ПО НЕСЪЕМНОЙ ОПАЛУБКЕ ИЗ ПРОФИЛИРОВАННОГО ЛИСТА И ОГНЕЗАЩИТОЙ ПЛИТАМИ ИЗ МИНЕРАЛЬНОЙ (КАМЕННОЙ) ВАТЫ МАРКИ ТЕХНО ОЗБ 80

3.1. Расчет конструкции

Применяемая монолитная железобетонная плита перекрытия выполнена по несъемной опалубке из стального профилированного настила (см. п. 2). В связи с этим в расчетах конструкции на несущую способность, в период воздействия пожара, прочностные характеристики профлиста не учитываются.

Также при расчетах на огнестойкость не учитываются теплоизолирующие свойства листовой стали, так как она обладает высокой теплопроводностью и быстро прогревается при пожаре.

Во ВНИИПО существуют расчетные номограммы прогрева железобетонных конструкций при воздействии стандартного температурного режима по ГОСТ 30247.0-94.

При расчете за предел огнестойкости конструкции перекрытия принимается время нагревания, по истечении которого наступит предельное состояние конструкции по несущей способности, определяемое по достижению критической температуры арматуры $t_{кр} = 500$ °С.

В данном случае предел огнестойкости перекрытия зависит от толщины защитного слоя бетона до арматуры.

Расчеты с помощью номограмм огнестойкости железобетонных конструкций показали, что при толщине защитного слоя бетона 30 мм железобетонная плита перекрытия будет иметь предел огнестойкости по несущей способности менее R 150.

Аналогичным образом расчеты прогрева плиты перекрытия толщиной 100 мм показали, что за время теплового воздействия температура на необогреваемой поверхности конструкции, в сравнении с начальной тем-

пературой, повысится более чем на 140 °С.

В связи с вышесказанным конструкция железобетонной плиты перекрытия требует дополнительной огнезащитной облицовки.

Для обеспечения требуемого предела огнестойкости REI 150 конструкции железобетонного перекрытия возможно применение плит из минеральной (каменной) ваты марки ТЕХНО ОЗБ 80 плотностью 80 кг/м³ (аналог плит марки “Плита ТЕХНОНИКОЛЬ 80 огнезащитная для изоляции конструкций из бетона” ТУ 5762-004-74182181-2008 с изм. 1, 2)

Толщина указанного типа огнезащиты находится расчетным методом, исходя из установленных критериев: по температуре арматуры и температуре на необогреваемой поверхности конструкции.

Согласно проведенным расчетам с помощью номограмм огнестойкости железобетонных конструкций определено, что конструкция перекрытия из монолитного железобетона по несъемной опалубке из стального профнастила Н75-750-0,8 по ГОСТ 27045-94 будет удовлетворять требуемому пределу огнестойкости REI 150 при условии монтажа минераловатных плит марки ТЕХНО ОЗБ 80 толщиной не менее 50 мм.

Монтаж огнезащиты должен быть осуществлен согласно технологическому регламенту № ОЗБ ТН80-2014 "Монтаж огнезащитного покрытия железобетонных конструкций при помощи “Плит ТЕХНОНИКОЛЬ 80 огнезащитных для изоляции конструкций из бетона”.

3.2. Оценка пожарной опасности строительных конструкций

Учитывая, что конструкция железобетонной монолитной плиты перекрытия по несъемной опалубке из стального профилированного листа с огнезащитой плитами марки ТЕХНО ОЗБ 80 выполняется из материалов группы горючести НГ, согласно п. 10.6 ГОСТ 30403-96 допускается без испытаний устанавливать ее класс пожарной опасности К0.

Таким образом, класс пожарной опасности рассматриваемой конструкции соответствует К0 (45) по ГОСТ 30403-2012.

ВЫВОДЫ

Проведена работа по оценке огнестойкости конструкции монолитного железобетонного перекрытия выполняемого по несъемной опалубке из стального профилированного листа с огнезащитой плитами из минеральной (каменной) ваты марки ТЕХНО ОЗБ 80.

В результате проведенных расчетов на огнестойкость и анализа справочной литературы установлено:

1. Железобетонная монолитная конструкция перекрытия по несъемной опалубке из стального профнастила Н75-750-0,8 по ГОСТ 27045-94 будет соответствовать требуемому пределу огнестойкости REI 150 при выполнении огнезащиты плитами из минеральной (каменной) ваты марки ТЕХНО ОЗБ 80 толщиной не менее 50 мм и плотностью $80 \text{ кг/м}^3 \pm 10\%$, монтаж которой выполняется в соответствии с технологическим регламентом № ОЗБ ТН80-2014 "Монтаж огнезащитного покрытия железобетонных конструкций при помощи "Плит ТЕХНОНИКОЛЬ 80 огнезащитных для изоляции конструкций из бетона" (приложение Б).

2. Класс пожарной опасности рассматриваемой конструкции соответствует К0 (45) по ГОСТ 30403-2012.

ИСПОЛНИТЕЛИ

Заместитель начальника отдела 3.2
ФГБУ ВНИИПО МЧС России

Начальник сектора 3.2.1
ФГБУ ВНИИПО МЧС России



Б. Б. Колчев

В.В. Павлов

Дополнительная информация

Если специально не оговорено, настоящее Заключение предназначено только для использования Заказчиком.

Страницы с изложением выводов по результатам проделанной работы не могут быть использованы отдельно без полного текста Заключения.

Срок действия Заключения 3 (три) года.