

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего
образования
«Тульский государственный университет»

Кафедра «Строительство, строительные материалы и
конструкции»

Утверждаю:
Зав. кафедрой ССМиК
_____ А.А.
Трещёв
«__» _____
201_ г.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

по дисциплине

ОГНЕСТОЙКОСТЬ КОНСТРУКЦИЙ И ОСНОВЫ ПОЖАРНОЙ
БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЙ

Направление подготовки: 08.03.01 «Строительство»

Профиль подготовки:

«Промышленное и гражданское строительство»

Степень выпускника: бакалавр

Форма обучения: очная

Тула 2015 г.

Методические указания составлены доцентом И.Е. Костиковым и
обсуждены на заседании кафедры строительства, строительных материалов и
конструкций института Горного дела и строительства, протокол № _10_ от «_11_»
06 2015 г.

Зав. кафедрой _____ А.А. Трещев

ВВЕДЕНИЕ

В методических указаниях отражены вопросы, связанные с решением конкретных задач по расчету огнестойкости и простейших методов расчета пассивной противопожарной защиты зданий. Практические занятия на первом этапе изучения дисциплины являются основой приобретения практических навыков, расчета и проектирования конструкций.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ.

Практические занятия способствуют применению теоретических знаний в практических расчетах, привитию начальных навыков проектирования инженерной защиты зданий.

Целью практических занятий является твердое усвоение основополагающих алгоритмов решения простейших задач по расчету огнестойкости конструкций и требуемого времени эвакуации. Студент должен свободно ориентироваться в выборах расчетных схем, расчетных формул и алгоритмов при решении простейших задач пожарной безопасности.

Важно на первых практических занятиях повторить материал теоретических курсов по определению напряжений в конструкциях. Поэтому начальным этапом освоения практических методов расчета металлических конструкций является повторение материала из теоретических курсов строительной механики, строительным материалам, строительным конструкциям.

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ.

Большой объем разнообразных типов задач и ограниченный объем времени аудиторных занятий не позволяет проводить практические занятия в классическом стиле. Поэтому практические занятия рекомендуется проводить следующим образом. Преподаватель в начале занятия излагает на доске условия задачи и дает комментарий по особенностям данной задачи. С помощью студентов устанавливается тип задачи и на доске излагается обобщенный алгоритм решения. Затем все студенты решают задачу самостоятельно. В конце занятия подводится итог решения задачи и разъясняются наиболее характерные ошибки студентов. При этом во время решения задачи преподаватель постоянно следит за работой и ошибками студентов. На дом дается аналогичная задача. Подведение итогов практических занятий осуществляется на зачете в конце семестра.

АЛГОРИТМЫ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

Практическая работа 1

Нормирование пожаробезопасного применения
строительных материалов в зданиях и
сооружениях

Цель работы: освоить методику нормирования пожаробезопасного применения строительных материалов и научиться определять требуемые пожарно-технические характеристики материала в зависимости от места его применения и назначения.

Вопросы для подготовки к занятию

1. Основы противопожарного нормирования строительных материалов и способы их огнезащиты. Противопожарные требования к строительным материалам в действующих нормативных документах.

2. Нормируемые показатели пожарной опасности строительных материалов.

3. Требуемые (допустимые) и фактические значения показателей пожарной опасности строительных материалов, методы их определения.

4. Возможности прогнозирования влияния используемых в строительстве материалов на изменение обстановки при пожаре в помещении.

Список рекомендуемой литературы

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. Федеральный закон №123-ФЗ.

2. В.Н. Демехин, И.Л. Мосалков, Г.Ф. Плюснина, Б.Б. Серков А.Ю. Фролов. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре, М.: Академия ГПС МЧС России, 2003.-656 с, ил.

3. Шелегов В.Г. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре: Учебное пособие. / В.Г. Шелегов, Н.А. Кузнецов, Ю.Л. Чернов. – Иркутск: ВСИ МВД России, 2005. – 206 с.

4. Справочник по огнестойкости и пожарной опасности строительных конструкций, пожарной опасности строительных материалов и огнестойкости инженерного оборудования зданий (в помощь инспектору Государственной противопожарной службы). – М.: ВНИИПО МВД России, 1999.- 62 с.

Краткие теоретические сведения

1. Показатели и классификация пожаровзрывоопасности и пожарной опасности веществ и материалов

Данный вопрос рассмотрен в главе 3 [1]. Перечень показателей, необходимых для оценки пожаровзрывоопасности и пожарной опасности веществ и материалов в зависимости от их агрегатного состояния, приведен в таблице 1 приложения к Федеральному закону (таблица 1.1).

Та
блица 1.1. (таблица 1 приложения к
Федеральному закону [1])

Перечень показателей, необходимых для оценки пожарной опасности веществ и материалов в зависимости от их агрегатного состояния.

Показатель пожарной опасности	Вещества и материалы в различном агрегатном состоянии			Пыли
	газообразные	жидкие	твердые	
Безопасный экспериментальный максимальный зазор, миллиметр	+	+	-	+
Выделение токсичных продуктов горения с единицы массы горючего, килограмм на килограмм	-	+	+	-
Группа воспламеняемости	-	-	+	-
Группа горючести	+	+	+	+
Группа распространения пламени	-	-	+	-
Коэффициент дымообразования, квадратный метр на килограмм	-	+	+	-

Излучающая способность пламени	+	+	+	+
Индекс пожаровзрывоопасности, паскаль на метр в секунду	-	-	-	+
Индекс распространения пламени	-	-	+	-
Кислородный индекс, объемные проценты	-	-	+	-
Концентрационные пределы распространения пламени (воспламенения) в газах и парах, объемные проценты, пылях, килограмм на кубический метр	+	+	-	+
Концентрационный предел диффузионного горения газовых смесей в воздухе, объемные проценты	+	+	-	-
Критическая поверхностная плотность теплового потока, ватт на квадратный метр	-	+	+	-
Линейная скорость распространения пламени, метр в секунду	-	-	+	-
Максимальная скорость распространения пламени вдоль поверхности горючей жидкости, метр в секунду	-	+	-	-
Максимальное давление взрыва, паскаль	+	+	-	+

Минимальная флегматизирующая концентрация газообразного флегматизатора, объемные проценты	+	+	-	+
Минимальная энергия зажигания, джоуль	+	+	-	+
Минимальное взрывоопасное содержание кислорода, объемные проценты	+	+	-	+
Низшая рабочая теплота сгорания, килоджоуль на килограмм	+	+	+	-

Продолжение таблицы 1.1.

Показатель пожарной опасности	Вещества и материалы в различном агрегатном состоянии			Пыли
	газообразные	жидкие	твердые	
Нормальная скорость распространения пламени, метр в секунду	+	+	-	-
Показатель токсичности продуктов горения, грамм на кубический метр	+	+	+	+
Потребление кислорода на единицу массы горючего, килограмм на килограмм	-	+	+	-
Предельная скорость срыва диффузионного факела, метр в секунду	+	+	-	-
Скорость нарастания давления взрыва, мегапаскаль в секунду	+	+	-	+
Способность гореть при взаимодействии с водой, кислородом воздуха и другими веществами	+	+	+	+
Способность к воспламенению при адиабатическом сжатии	+	+	-	-
Способность к самовозгоранию	-	-	+	+
Способность к экзотермическому разложению	+	+	+	+
Температура воспламенения, градус Цельсия	-	+	+	+
Температура вспышки, градус Цельсия	-	+	-	-
Температура самовоспламенения, градус Цельсия	+	+	+	+
Температура тления, градус Цельсия	-	-	+	+
Температурные пределы распространения пламени (воспламенения), градус Цельсия	-	+	-	-
Удельная массовая скорость выгорания, килограмм в секунду на квадратный метр	-	+	+	-
Удельная теплота сгорания, джоуль на килограмм	+	+	+	+

Примечания:

1. Знак "+" обозначает, что показатель необходимо применять.
2. Знак "-" обозначает, что показатель не применяется.

Рассмотрим современную классификацию веществ и материалов в соответствии с Федеральным законом [1].

В соответствии с главой 3 вещества и материалы разделены на две группы: строительные, текстильные и кожевенные; другие материалы (за исключением строительных текстильных и кожевенных).

Классификация веществ и материалов (за исключением строительных, текстильных и кожевенных материалов) по пожарной опасности приведена в статье 12 [1].

В соответствии со ст. 12 по горючести вещества и материалы подразделяются на следующие группы:

1) негорючие - вещества и материалы, неспособные гореть в воздухе.

Негорючие вещества могут быть пожаровзрывоопасными (например, окислители или вещества, выделяющие горючие продукты при взаимодействии с водой, кислородом воздуха или друг с другом);

2) трудногорючие - вещества и материалы, способные гореть в воздухе при воздействии источника зажигания, но неспособные самостоятельно гореть после его удаления;

3) горючие - вещества и материалы, способные самовозгораться, а также возгораться под воздействием источника зажигания и самостоятельно гореть после его удаления.

Классификация строительных, текстильных и кожевенных материалов по пожарной опасности приведена в статье 13.

В соответствии со ст. 13 классификация строительных, текстильных и кожевенных материалов по пожарной опасности основывается на их свойствах и способности к образованию опасных факторов пожара.

Пожарная опасность строительных, текстильных и кожевенных материалов характеризуется следующими свойствами:

- 1) горючесть;
- 2) воспламеняемость;
- 3) способность распространения пламени по поверхности;
- 4) дымообразующая способность; 5) токсичность продуктов горения.

По горючести строительные материалы подразделяются на горючие (Г) и негорючие (НГ).

Горючие строительные материалы подразделяются на следующие группы:

- 1) слабогорючие (Г1);
- 2) умеренногорючие (Г2);
- 3) нормальногорючие (Г3);
- 3) 4) сильногорючие (Г4).

По воспламеняемости горючие строительные материалы (в том числе напольные ковровые покрытия) подразделяются на следующие группы:

- 1) трудновоспламеняемые (В1);
- 2) умеренновоспламеняемые (В2);
- 3) легковоспламеняемые (В3).

По скорости распространения пламени по поверхности горючие строительные материалы (в том числе напольные ковровые покрытия) подразделяются на следующие группы:

- 1) нераспространяющие (РП1);

- 2) слабораспространяющие (РП2);
- 3) умереннораспространяющие (РП3);
- 4) сильнораспространяющие (РП4).

По дымообразующей способности горючие строительные материалы подразделяются на следующие группы:

- 1) с малой дымообразующей способностью (Д1);
- 2) с умеренной дымообразующей способностью (Д2);
- 3) с высокой дымообразующей способностью (Д3).

По токсичности продуктов горения горючие строительные материалы подразделяются на следующие группы:

- 1) малоопасные (Т1);
- 2) умеренноопасные (Т2);
- 3) высокоопасные (Т3); 4) чрезвычайно опасные (Т4).

В зависимости от групп пожарной опасности определяются классы пожарной опасности строительных материалов, которые приведены в таблице 3 приложения к Федеральному закону [1] (таблица 1.2).

Таблица 1.2. (таблица 3 приложения к Федеральному закону [1])

Классы пожарной опасности строительных материалов.

Свойства пожарной опасности строительных материалов	Класс пожарной опасности строительных материалов в зависимости от групп					
	КМ0	КМ1	КМ2	КМ3	КМ4	КМ5
Горючесть	НГ	Г1	Г1	Г2	Г2	Г4
Воспламеняемость	-	В1	В1	В2	В2	В3
Дымообразующая способность	-	Д1	Д3+	Д3	Д3	Д3
Токсичность продуктов горения	-	Т1	Т2	Т2	Т3	Т4
Распространение пламени по поверхности для покрытия полов	-	РП1	РП1	РП1	РП2	РП4

Примечание. Знак "+" обозначает, что допускается присваивать материалу класс КМ2 при коэффициенте дымообразования $D \leq 1000$ м²/кг.

Для напольных ковровых покрытий группа горючести не определяется.

Текстильные и кожаные материалы по воспламеняемости подразделяются на легковоспламеняемые и трудновоспламеняемые.

Для классификации строительных, текстильных и кожаных материалов следует также применять значение индекса распространения пламени (I) – условного безразмерного показателя, характеризующего способность материалов или веществ воспламеняться, распространять пламя по поверхности и выделять тепло. По распространению пламени материалы подразделяются на следующие группы:

- 1) не распространяющие пламя по поверхности, имеющие индекс распространения пламени 0;

2)медленно распространяющие пламя по поверхности, имеющие индекс распространения пламени не более 20;

3)быстро распространяющие пламя по поверхности, имеющие индекс распространения пламени более 20.

2.Пожарно-техническая классификация зданий и сооружений

Для нормирования требований пожарной безопасности к применению строительных материалов в зданиях и сооружениях необходимо знать пожарно-техническую классификацию зданий и сооружений, которая содержится в главе 9 [1].

Классификация зданий, сооружений, строений и пожарных отсеков осуществляется с учетом следующих критериев:

- 1) степень огнестойкости;
- 2) класс конструктивной пожарной опасности; 3)класс функциональной пожарной опасности.

Здания, сооружения, строения и пожарные отсеки по степени огнестойкости подразделяются на здания, сооружения, строения и пожарные отсеки I, II, III, IV и V степеней огнестойкости. Порядок определения степени огнестойкости зданий, сооружений, строений и пожарных отсеков устанавливается статьей 87 Федерального закона [1].

Здания, сооружения, строения и пожарные отсеки по конструктивной пожарной опасности подразделяются на классы C0, C1, C2 и C3. Порядок определения класса конструктивной пожарной опасности зданий, сооружений, строений и пожарных отсеков устанавливается статьей 87 Федерального закона [1].

Здания (сооружения, строения, пожарные отсеки и части зданий, сооружений, строений - помещения или группы помещений, функционально связанные между собой) по классу функциональной пожарной опасности в зависимости от их назначения, а также от возраста, физического состояния и количества людей, находящихся в здании, сооружении, строении, возможности пребывания их в состоянии сна подразделяются на:

Ф1 - здания, предназначенные для постоянного проживания и временного пребывания людей, в том числе:

Ф1.1 - здания детских дошкольных образовательных учреждений, специализированных домов престарелых и инвалидов (неквартирные), больницы, спальные корпуса образовательных учреждений интернатного типа и детских учреждений;

Ф1.2 - гостиницы, общежития, спальные корпуса санаториев и домов отдыха общего типа, кемпингов, мотелей и пансионатов;

Ф1.3 - многоквартирные жилые дома;

Ф1.4 - многоквартирные жилые дома, в том числе блокированные;

Ф2 - здания зрелищных и культурно-просветительных учреждений, в том числе:

Ф2.1 - театры, кинотеатры, концертные залы, клубы, цирки, спортивные сооружения с трибунами, библиотеки и другие учреждения с расчетным числом посадочных мест для посетителей в закрытых помещениях;

Ф2.2 - музеи, выставки, танцевальные залы и другие подобные учреждения в закрытых помещениях;

Ф2.3 - здания учреждений, указанные в подпункте "а" настоящего пункта, на открытом воздухе;

Ф2.4 - здания учреждений, указанные в подпункте "б" настоящего пункта, на открытом воздухе;

Ф3 - здания организаций по обслуживанию населения, в том числе:

Ф3.1 - здания организаций торговли;

Ф3.2 - здания организаций общественного питания;

Ф3.3 - вокзалы;

Ф3.4 - поликлиники и амбулатории;

Ф3.5 - помещения для посетителей организаций бытового и коммунального обслуживания с нерасчетным числом посадочных мест для посетителей;

Ф3.6 - физкультурно-оздоровительные комплексы и спортивно-тренировочные учреждения с помещениями без трибун для зрителей, бытовые помещения, бани;

Ф4 - здания научных и образовательных учреждений, научных и проектных организаций, органов управления учреждений, в том числе:

Ф4.1 - здания общеобразовательных учреждений, образовательных учреждений дополнительного образования детей, образовательных учреждений начального профессионального и среднего профессионального образования;

Ф4.2 - здания образовательных учреждений высшего профессионального образования и дополнительного профессионального образования (повышения квалификации) специалистов;

Ф4.3 - здания органов управления учреждений, проектно-конструкторских организаций, информационных и редакционно-издательских организаций, научных организаций, банков, контор, офисов;

Ф4.4 - здания пожарных депо;

Ф5 - здания производственного или складского назначения, в том числе:

Ф5.1- производственные здания, сооружения, строения, производственные и лабораторные помещения, мастерские;

Ф5.2 - складские здания, сооружения, строения, стоянки для автомобилей без технического обслуживания и ремонта, книгохранилища, архивы, складские помещения;

Ф5.3 - здания сельскохозяйственного назначения.

3. Требования пожарной безопасности к веществам и материалам

В главе 30 [1] содержатся требования пожарной безопасности к веществам и материалам

В соответствии со статьей 133 [1] производитель (поставщик) должен разработать техническую документацию на вещества и материалы, содержащую информацию о безопасном применении этой продукции.

Техническая документация на вещества и материалы (в том числе паспорта, технические условия, технологические регламенты) должна содержать информацию о показателях пожарной опасности веществ и материалов.

Требования пожарной безопасности к применению строительных материалов в зданиях, сооружениях и строениях содержатся в статье 134 Федерального закона [1].

Строительные материалы применяются в зданиях, сооружениях и строениях в зависимости от их функционального назначения и пожарной опасности.

Требования пожарной безопасности к применению строительных материалов в зданиях, сооружениях и строениях устанавливаются применительно к показателям пожарной опасности этих материалов, приведенным в таблице 27 приложения к Федеральному закону [1] (таблица 3.1).

Таблица 3.1. (таблица 27 приложения к Федеральному закону [1])

Перечень показателей, необходимых для оценки пожарной опасности строительных материалов

Назначение строительных материалов	Перечень необходимых показателей в зависимости от назначения строительных материалов				
	группа горючести	группа распространения пламени	группа воспламеняемости	группа по дымообразующей способности	группа по токсичности продуктов горения
Отделочные и облицовочные материалы для стен и потолков, в том числе покрытия из красок, эмалей, лаков	+	-	+	+	+
Материалы для покрытия полов	+	+	+	+	+
Ковровые покрытия полов	-	+	+	+	+
Кровельные материалы	+	+	+	-	-
Гидроизоляционные и пароизоляционные материалы толщиной более 0,2 миллиметра	+	-	+	-	-
Теплоизоляционные материалы	+	-	+	+	+

Примечания:

1. Знак "+" обозначает, что показатель необходимо применять.
2. Знак "-" обозначает, что показатель не применяется.
3. При применении гидроизоляционных материалов для поверхностного слоя кровли показатели их пожарной опасности следует определять по позиции "Кровельные материалы".

Техническая документация на строительные материалы должна содержать информацию о показателях пожарной опасности этих материалов, приведенных в таблице 27 приложения к Федеральному закону (таблица 4.1), а также о мерах пожарной безопасности при обращении с ними.

В помещениях зданий класса Ф5 категорий А, Б и В1, в которых производятся, применяются или хранятся легковоспламеняющиеся жидкости, полы следует выполнять из негорючих материалов или материалов группы горючести Г1.

Каркасы подвесных потолков в помещениях и на путях эвакуации следует выполнять только из негорючих материалов.

Область применения декоративно-отделочных, облицовочных материалов и покрытий полов на путях эвакуации, в зальных помещениях для зданий различного функционального назначения, этажности и вместимости приведена в таблицах 28 и 29 приложения к Федеральному закону [1] (таблицы 3.2 и 3.3).

Таблица 3.2. (таблица 28 приложения к Федеральному закону [1])

Область применения декоративно-отделочных, облицовочных материалов и покрытий полов на путях эвакуации

Класс (подкласс) функциональной пожарной опасности здания	Этажность и высота здания	Класс пожарной опасности материала, не более указанного			
		для стен и потолков		для покрытия полов	
		Вестибюли, лестничные клетки, лифтовые холлы	Общие коридоры, холлы, фойе	Вестибюли, лестничные клетки, лифтовые холлы	Общие коридоры, холлы, фойе
Ф1.2; Ф1.3; Ф2.3; Ф2.4; Ф3.1; Ф3.2; Ф3.6; Ф4.2; Ф4.3; Ф4.4; Ф5.1; Ф5.2; Ф5.3	не более 9 этажей или не более 28 м	КМ2	КМ3	КМ3	КМ4
	более 9, но не более 17 этажей или более 28, но не более 50 м	КМ1	КМ2	КМ2	КМ3
	более 17 этажей или более 50 метров	КМ0	КМ1	КМ1	КМ2
Ф1.1; Ф2.1; Ф2.2; Ф3.3; Ф3.4; Ф3.5; Ф4.1	вне зависимости от этажности и высоты	КМ0	КМ1	КМ1	КМ2

Таблица 3.3. (таблица 29 приложения к Федеральному закону [1])

Область применения декоративно-отделочных, облицовочных материалов и покрытий полов в зальных помещениях.

Класс (подкласс) функциональной пожарной опасности здания	Вместимость зальных помещений, человек	Класс материала, не более указанного	
		для стен и потолков	для покрытий полов
Ф1.2; Ф2.3; Ф2.4; Ф3.1; Ф3.2; Ф3.6; Ф4.2; Ф4.3; Ф4.4; Ф5.1	более 800	КМ0	КМ2
	более 300, но не более 800	КМ1	КМ2
	более 50, но не более 300	КМ2	КМ3
	не более 50	КМ3	КМ4
Ф1.1; Ф2.1; Ф2.2; Ф3.3; Ф3.4; Ф3.5; Ф4.1	более 300	КМ0	КМ2
	более 15, но не более 300	КМ1	КМ2
	не более 15	КМ3	КМ4

В спальнях и палатных помещениях, а также в помещениях зданий детских дошкольных образовательных учреждений подкласса Ф1.1 не допускается применять декоративно-отделочные материалы и покрытия полов с более высокой пожарной опасностью, чем класс КМ2.

Отделка стен и потолков залов для проведения музыкальных и физкультурных занятий в детских дошкольных образовательных учреждениях должна быть выполнена из материала класса КМ0.

В помещениях для физиотерапевтических процедур не допускается применять материалы для отделки стен, потолков и заполнения подвесных потолков с более высокой пожарной опасностью, чем класс КМ2, и материалы для покрытия пола с более высокой пожарной опасностью, чем класс КМ3.

В помещениях для диагностики не допускается применять материалы для отделки стен, потолков и заполнения подвесных потолков с более высокой пожарной опасностью, чем класс КМ3, и материалы для покрытия пола с более высокой пожарной опасностью, чем класс КМ3.

В операционных и реанимационных помещениях не допускается применять материалы для отделки стен, потолков и заполнения подвесных потолков с более высокой пожарной опасностью, чем класс КМ2, и материалы для покрытия пола с более высокой пожарной опасностью, чем класс КМ3.

В жилых помещениях зданий подкласса Ф1.2 не допускается применять материалы для отделки стен, потолков и заполнения подвесных потолков с более высокой пожарной опасностью, чем класс КМ4, и материалы для покрытия пола с более высокой пожарной опасностью, чем класс КМ4.

В гардеробных помещениях зданий подкласса Ф2.1 не допускается применять материалы для отделки стен, потолков и заполнения подвесных потолков с более высокой пожарной опасностью, чем класс КМ1, и материалы для покрытия пола с более высокой пожарной опасностью, чем класс КМ2.

В читальных залах не допускается применять материалы для отделки стен, потолков и заполнения подвесных потолков с более высокой пожарной

опасностью, чем класс КМ2, и материалы для покрытия пола с более высокой пожарной опасностью, чем класс КМ3.

В помещениях книгохранилищ и архивов, а также в помещениях, в которых содержатся служебные каталоги и описи, отделку стен и потолков следует предусматривать из материалов класса КМ0.

В демонстрационных залах помещений зданий подкласса Ф2.2 не допускается применять материалы для отделки стен, потолков и заполнения подвесных потолков с более высокой пожарной опасностью, чем класс КМ2, и материалы для покрытия пола с более высокой пожарной опасностью, чем класс КМ3.

В танцевальных залах не допускается применять материалы для отделки стен, потолков и заполнения подвесных потолков с более высокой пожарной опасностью, чем класс КМ2, и материалы для покрытия пола с более высокой пожарной опасностью, чем класс КМ2.

В торговых залах зданий подкласса Ф3.1 не допускается применять материалы для отделки стен, потолков и заполнения подвесных потолков с более высокой пожарной опасностью, чем класс КМ2, и материалы для покрытия пола с более высокой пожарной опасностью, чем класс КМ3.

В залах ожидания зданий подкласса Ф3.3 отделка стен, потолков, заполнение подвесных потолков и покрытие пола должны выполняться из материалов класса КМ0.

В процедурных кабинетах и помещениях для диагностики зданий подкласса Ф3.4 не допускается применять материалы для отделки стен, потолков и заполнения подвесных потолков с более высокой пожарной опасностью, чем класс КМ2, и материалы для покрытия пола с более высокой пожарной опасностью, чем класс КМ3.

Статья 135 Федерального закона [1] содержит требования пожарной безопасности к применению текстильных и кожевенных материалов, а также к информации об их пожарной опасности.

Текстильные и кожевенные материалы применяются в зависимости от функционального назначения и пожарной опасности здания, сооружения, строения или функционального назначения изделий, для изготовления которых используются данные материалы.

Требования пожарной безопасности к применению текстильных и кожевенных материалов устанавливаются применительно к показателям пожарной опасности этих материалов, приведенным в таблице 30 приложения к Федеральному закону [1] (таблица 3.4).

Таблица 3.4. (таблица 30 приложения к Федеральному закону [1])

Перечень показателей, необходимых для оценки пожарной опасности текстильных и кожевенных материалов и для нормирования требований

Показатели пожарной опасности	Функциональное назначение				
	Шторы и занавесы	Постельные принадлежности	Элементы мягкой мебели (в том числе кожевенные)	Специальная защитная одежда	Ковровые покрытия

Воспламеняемость	+	+	+	+	+
Устойчивость к воздействию теплового потока	-	-	-	+	-
Теплозащитная эффективность при воздействии пламени	-	-	-	+	-
Распространение пламени	-	-	+	-	+
Показатель токсичности продуктов горения	+	-	+	-	+
Коэффициент дымообразования	+	-	+	-	+

Примечания:

1. Знак "+" обозначает, что показатель необходимо применять.
2. Знак "-" обозначает, что показатель не применяется.

Практическая работа 1

Методика нормирования применения строительных материалов в зданиях

Сущность методики нормирования применения строительных материалов в зданиях и сооружениях состоит в том, чтобы фактические показатели пожарной опасности применяемых материалов ($\Gamma_{\text{ф}}$, $V_{\text{ф}}$, $\text{РП}_{\text{ф}}$, $D_{\text{ф}}$, $T_{\text{ф}}$) не превышали допустимых (требуемых) нормативными документами показателей ($\Gamma_{\text{тр}}$, $V_{\text{тр}}$, $\text{РП}_{\text{тр}}$, $D_{\text{тр}}$, $T_{\text{тр}}$).

Можно предложить следующую методику нормирования пожаробезопасного применения строительных материалов в соответствии с Федеральным законом №123 [1]:

1. В соответствии со ст. 32 [1] определяем класс функциональной пожарной опасности здания;

2. Определяют место применения материала (общий коридор, холл, фойе, вестибюль, лифтовой холл, лестничные клетки, зальные и другие помещения: спальня и палатные помещения, помещения зданий детских дошкольных образовательных учреждений; залы для физкультурных и музыкальных занятий; помещения для физиотерапевтических процедур, для диагностики, операционные и реанимационные помещения; жилые помещения; гардеробные, читальные залы, помещения книгохранилищ и архивов; демонстрационные, танцевальные и торговые залы, залы ожидания);

3. Устанавливают назначение материала (покрытие пола; отделка стен, потолка; каркас и заполнение подвесного потолка);

4. В соответствии со ст. 134, таблицами 28 и 29 приложения к Федеральному закону [1] определяют допустимый класс пожарной опасности строительных материалов;

5. По таблице 3 приложения к Федеральному закону [1] определяют допустимые (требуемые) показатели пожарной опасности строительных материалов;

6. По нормативно-технической документации на строительный материал (сертификат пожарной безопасности, ГОСТ, ТУ, справочники, технические информации в помощь инспектору ГПН) определяют фактические пожарно-технические характеристики строительного материала;

7. Проверяют соблюдение условий пожарной безопасности (сравнивают допустимые (требуемые) и фактические пожарно-технические характеристики);

Делают вывод (заключение) о соответствии (строительный материал допускается использовать, если условия пожарной безопасности соблюдаются по всем показателям пожарной опасности).

Пример 1.

Определить возможность применения следующих декоративно-отделочных, облицовочных материалов и покрытий полов в пятиэтажном общежитии:

- ☐ линолеум поливинилхлоридный без подосновы (ТУ 5771-067-00204300-96) для покрытия пола в общем коридоре;
- ☐ звукопоглощающая потолочная панель марки AKUSTO-TWIST для подвесного потолка в зале для собраний на 70 человек;
- ☐ стеновая панель из ДВП с декоративным пленочным покрытием для отделки стен в жилой комнате.

Характеристики материалов приведены в Приложении 1.

Решение.

1) Линолеум поливинилхлоридный без подосновы (ТУ 5771-067-00204300-96) для покрытия пола в общем коридоре.

1. В соответствии со ст. 32 [1] класс функциональной пожарной опасности здания Ф1.2.

2. Место применения материала – общий коридор.

3. Назначение материала – покрытие пола.

4. В соответствии с табл. 28 приложения к Федеральному закону [1] допустимый класс пожарной опасности – КМ4.

5. В соответствии с табл. 3 приложения к Федеральному закону [1] допустимые показатели пожарной опасности: Г2, В2, Д3, Т3, РП2.

6. Фактические пожарно-технические характеристики строительного материала в соответствии с Приложением 1 следующие:

Г4, В3, РП3, Д3, Т2.

7.Проверяем соблюдение условий пожарной безопасности:

$\Gamma_{\text{ф.}} (\text{Г4})$ превышает $\Gamma_{\text{тр.}} (\text{Г2})$
 $\text{В}_{\text{ф.}} (\text{В3})$ превышает $\text{В}_{\text{тр.}} (\text{В2})$
 $\text{РП}_{\text{ф.}} (\text{РП3})$ превышает $\text{РП}_{\text{тр.}} (\text{РП2})$
 $\text{Д}_{\text{ф.}} (\text{Д3})$ равно $\text{Д}_{\text{тр.}} (\text{Д3})$
 $\text{Т}_{\text{ф.}} (\text{Т2})$ ниже $\text{Т}_{\text{тр.}} (\text{Т3})$

8.Вывод: линолеум поливинилхлоридный без подосновы для покрытия пола в общем коридоре пятиэтажного общежития применять не допускается, так как горючесть, воспламеняемость и распространение пламени превышают допустимые значения.

2)Звукопоглощающая потолочная панель марки AKUSTO-TWIST для подвесного потолка в зале для собраний на 70 человек.

1.В соответствии со ст. 32 [1] класс функциональной пожарной опасности здания Ф1.2.

2.Место применения материала – зальное помещение.

3.Назначение материала – подвесной потолок.

4.В соответствии с табл. 29 приложения к Федеральному закону [1] допустимый класс пожарной опасности – КМ2.

5.В соответствии с табл. 3 приложения к Федеральному закону [1] допустимые показатели пожарной опасности: Г1, В1, Д3, Т2, РП1.

6.Фактические пожарно-технические характеристики строительного материала в соответствии с Приложением 1 следующие: В2, Д1, Т1.

7.Проверяем соблюдение условий пожарной безопасности:

$\text{В}_{\text{ф.}} (\text{В2})$ превышает $\text{В}_{\text{тр.}} (\text{В1})$
 $\text{Д}_{\text{ф.}} (\text{Д1})$ ниже $\text{Д}_{\text{тр.}} (\text{Д3})$
 $\text{Т}_{\text{ф.}} (\text{Т1})$ ниже $\text{Т}_{\text{тр.}} (\text{Т2})$

8.Вывод: Звукопоглощающую потолочную панель марки AKUSTO- TWIST для подвесного потолка в зале для собраний на 70 человек пятиэтажного общежития применять не допускается, так как воспламеняемость превышает допустимые значения.

3)Стеновая панель из ДВП с декоративным пленочным покрытием для отделки стен в жилой комнате.

1. В соответствии со ст. 32 [1] класс функциональной пожарной опасности здания Ф1.2.

2. Место применения материала – жилая комната.

3. Назначение материала – отделка стен.

4. В соответствии с ч.12 ст.134 Федерального закона [1] допустимый класс пожарной опасности – КМ4.

5. В соответствии с табл. 3 приложения к Федеральному закону [1] допустимые показатели пожарной опасности: Г2, В2, ДЗ, ТЗ, РП2.
6. Фактические пожарно-технические характеристики строительного материала в соответствии с Приложением 1 следующие: Г4.
7. Проверяем соблюдение условий пожарной безопасности:
 $\Gamma_{\text{ф.}} (\Gamma 4)$ превышает $\Gamma_{\text{тр.}} (\Gamma 2)$
8. Вывод: Стеновая панель из ДВП с декоративным пленочным покрытием для отделки стен в жилой комнате пятиэтажного общежития применять не допускается, так как горючесть превышает допустимое значение.

Варианты заданий к Практической работе № 1

Задание 1.

Определить возможность применения следующих покрытий полов в пятиэтажном общежитии:

- Ковровое покрытие Interfage Neuga H650, фирма EED&EERD, Нидерланды для покрытия пола в общем коридоре.
- Характеристики материалов приведены в Приложении 1 к "Методическим указаниям к практическим занятиям".

Пример 2.

Определить возможность применения следующих покрытий полов в трехэтажном общежитии:

- Напольное покрытие «Даллас», фирма «DS Carpets», Бельгия для покрытия пола в общем коридоре.
- Характеристики материалов приведены в Приложении 1 к "Методическим указаниям к практическим занятиям".

Задание 3.

Определить возможность применения следующих покрытий полов в одноэтажном общежитии:

- Древесина, покрытая эмалью 62-108-93, АООТ «Пигмент», Санкт-Петербург для покрытия пола в общем коридоре.
- Характеристики материалов приведены в Приложении 1 к "Методическим указаниям к практическим занятиям".

Задание 4.

Определить возможность применения следующих декоративно-отделочных, облицовочных материалов и покрытий полов в 2-х этажном жилом доме:

- Ковровое покрытие SALOME, фирма LA SOCIETE BERRY TUFT DU CLOS

JACQUET для покрытия пола в коридоре;

- Ковровое покрытие «Марс», фирма DOMO TAFT NV INDUSTRIE PARK WEST

45 для покрытия пола в спальне;

-Напольное покрытие «Даллас», фирма «DS Carpets», Бельгия для покрытия пола в кухне;

-Материал поливинил- хлоридный со вспененным слоем для стен и потолков на бумажной подоснове - полистен для отделки стен в жилой комнате. -Характеристики материалов приведены в Приложении 1 к "Методическим указаниям к практическим занятиям".

Задание 5.

Определить возможность применения следующих декоративно-отделочных, облицовочных материалов и покрытий полов в 5-ти

этажном жилом доме: - Линолеум поливинил- хлоридный на нетканой подоснове "ИДЕАЛ", тип 2 для покрытия пола в коридоре;

-Ковровое покрытие «Марс», фирма DOMO TAFT NV INDUSTRIE PARK WEST

45 для покрытия пола в спальне;

-Напольное покрытие «Даллас», фирма «DS Carpets», Бельгия для покрытия пола в кухне;

-Материал поливинил- хлоридный со вспененным слоем для стен и потолков на бумажной подоснове - полистен для отделки стен в жилой комнате. -Характеристики материалов приведены в Приложении 1 к "Методическим указаниям к практическим занятиям".

Задание 6.

Определить возможность применения следующих декоративно-отделочных, облицовочных материалов и покрытий полов в 5-ти этажном общественном здании:

- Линолеум поливинил- хлоридный на нетканой подоснове "ИДЕАЛ", тип 2 для покрытия пола в коридоре;

-Материал поливинил- хлоридный со вспененным слоем для стен и потолков на бумажной подоснове - полистен для отделки стен в коридорах.

-Лист гипсоволокнистый ГВЛ- для обшивки перегородок между помещениями. -Характеристики материалов приведены в Приложении 1 к "Методическим указаниям к практическим занятиям".

Задание 7.

Определить возможность применения следующих декоративно-отделочных, облицовочных материалов и покрытий полов в 6-ти этажном общественном здании:

- Линолеум поливинил- хлоридный многослойный без подосновы, тип МП для покрытия пола в коридоре;

-Материал поливинил- хлоридный со вспененным слоем для стен и потолков на бумажной подоснове - полистен для отделки стен в коридорах.

-Лист гипсоволокнистый ГВЛ- для обшивки перегородок между помещениями. -Тепло- и звукоизоляционный материал ISOTEC марки

LKL для заполнения внутреннего пространства перегородок между помещениями.

-Характеристики материалов приведены в Приложении 1 к "Методическим указаниям к практическим занятиям".

Задание 8.

Определить возможность применения следующих декоративно-отделочных, облицовочных материалов и покрытий полов в 12-ти этажном общественном здании:

- Ковровое покрытие «Рамиг» для покрытия пола в коридоре;

-Материал поливинил- хлоридный со вспененным слоем для стен и потолков на бумажной подоснове - полистен для отделки стен в коридорах.

-Лист гипсоволокнистый ГВЛ- для обшивки перегородок между помещениями. -Плита потолочная минерально-волокнуистая марки NOVATONE FISSURED

для подвесного потолка в офисных помещениях;

-Тепло- и звукоизоляционный материал ISOTEC марки LKL для заполнения внутреннего пространства перегородок между помещениями.

-Характеристики материалов приведены в Приложении 1 к "Методическим указаниям к практическим занятиям".

Задание 9.

Определить возможность применения следующих декоративно-отделочных, облицовочных материалов и покрытий полов в 17-ти этажном общественном здании:

- Ковровое покрытие «Рамиг» для покрытия пола в коридоре 1-го этажа; - Линолеум поливинил- хлоридный многослойный без подосновы, тип МП для покрытия пола в коридоре 2-го этажа;

-Материал поливинил- хлоридный со вспененным слоем для стен и потолков на бумажной подоснове - полистен для отделки стен в коридорах.

-Лист гипсоволокнистый ГВЛ- для обшивки перегородок между помещениями. -Плита потолочная минерально-волокнуистая марки NOVATONE FISSURED

для подвесного потолка в офисных помещениях;

-Тепло- и звукоизоляционный материал ISOTEC марки LKL для заполнения внутреннего пространства перегородок между помещениями.

-Характеристики материалов приведены в Приложении 1 к "Методическим указаниям к практическим занятиям".

Задание 10.

Определить возможность применения следующих декоративно-отделочных, облицовочных материалов и покрытий полов в 13-ти этажном общественном здании:

- Линолеум поливинилхлоридный типа МПн для покрытия пола в коридоре 1-го этажа;
- Линолеум поливинил- хлоридный многослойный без подосновы, тип МП для покрытия пола в коридоре 2-го этажа;
- Материал поливинил- хлоридный со вспененным слоем для стен и потолков на бумажной подоснове - полистен для отделки стен в коридорах.
- Лист гипсоволокнистый ГВЛ- для обшивки перегородок между помещениями. - Звукопоглощающая потолочная панель марки AKUSTO-CLASSIC для подвесного потолка в офисных помещениях;
- Тепло- и звукоизоляционный материал ISOTEC марки LKL для заполнения внутреннего пространства перегородок между помещениями.
- Характеристики материалов приведены в Приложении 1 к "Методическим указаниям к практическим занятиям".

Задание 11.

Определить возможность применения следующих декоративно-отделочных, облицовочных материалов в 5-ти этажном общественном здании:

- Гипоскартон водостойкий 12мм на стенах и потолке в коридоре 1-го этажа;
- Линолеум поливинил- хлоридный многослойный без подосновы, тип МП для покрытия пола в коридоре 2-го этажа;
- гипсолитовые пазогребневые плиты (Гипскнауф) стен в коридорах.
- Лист гипсоволокнистый ГВЛ- для обшивки перегородок между помещениями. - Звукопоглощающая потолочная панель марки AKUSTO-CLASSIC для подвесного потолка в офисных помещениях;
- Тепло- и звукоизоляционный материал ISOTEC марки LKL для заполнения внутреннего пространства перегородок между помещениями.
- Характеристики материалов приведены в Приложении 1 к "Методическим указаниям к практическим занятиям".

Практическая работа 2

Определение требований к огнестойкости и пожарной опасности строительных конструкций здания

Цель работы: изучить параметры, характеризующие здания, сооружения и конструкция по пожарной безопасности; научиться определять требуемую степень огнестойкости, класс конструктивной пожарной опасности, требуемый предел огнестойкости, требуемый класс пожарной опасности рассматриваемых зданий.

Вопросы для подготовки к занятию

1. Степень огнестойкости зданий, класс конструктивной и функциональной пожарной опасности зданий и сооружений.
2. Степень огнестойкости здания: фактическая, требуемая, условие безопасности. Разделение зданий по степеням огнестойкости.
3. Класс конструктивной пожарной опасности здания: фактический, требуемый, условие безопасности. Разделение зданий по классам конструктивной пожарной опасности.
4. Класс функциональной пожарной опасности здания. Разделение зданий по функциональной пожарной опасности.

Список рекомендуемой литературы

1. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности. Федеральный закон №123-ФЗ.
2. СП 2.13130.2012. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты.
3. В.Н. Демехин, И.Л. Мосалков, Г.Ф. Плюснина, Б.Б. Серков, А.Ю. Фролов. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре, М.: Академия ГПС МЧС России, 2003.-656 с, ил.
3. Шелегов В.Г. Здания, сооружения и их устойчивость при пожаре: Учебное пособие. / В.Г. Шелегов, Н.А. Кузнецов, Ю.Л. Чернов. – Иркутск: ВСИ МВД России, 2005. – 206 с.

Краткие теоретические сведения

Требования к зданиям и сооружениям изложены в главе 6 [2].

Требования к производственным зданиям приведены в таблице 6.1 СП 2.13130.2012 (таблица 1).

Таблица 1.
(таблица 6.1 СП 2.13130.2012 [2])

Категория зданий или пожарных отсеков	Высота здания*, м	Степень огнестойкости здания	Класс конструктивной пожарной опасности здания	Площадь этажа в пределах пожарного отсека зданий, м²		
				одно-этажных	двух-этажных	много-этажных
А	36	I, II	C0	Не огр.	5200	3500
	24	III	C0	7800	3500	2600
	-	IV	C0	3500	-	-
Б	36	I, II	C0	Не огр.	10 400	7800
	24	III	C0	7800	3500	2600
	-	IV	C0	3500	-	-
В	48	I, II	C0	Не огр.	25 000	10 400
	24	III	C0	7800**	5200**	3600**
				25 000	10 400	5200
				25 000	5200**	3600**
	18	IV	C0, C1	25 000	10 400	-
	18	IV	C2, C3	2600	2000	-
Г	12	V	Не норм.	1200	600***	-
	54	I, II	C0	Не ограничивается		
	36	III	C0	Не огр.	25 000	10 400
	30	III	C1	Не огр.	10 400	7800
	24	IV	C0	Не огр.	10 400	5200
Д	18	IV	C1	6500	5200	-
	54	I, II	C0	Не ограничивается		
	36	III	C0	Не огр.	50 000	15 000
	30	III	C1	Не огр.	25 000	10 400
	24	IV	C0, C1	Не огр.	25 000	7800
	18	IV	C2, C3	10 400	7800	-
	12	V	Не норм.	2600	1500	-
* Высота здания в данной таблице измеряется от пола 1-го этажа до потолка верхнего этажа, включая технический; при переменной высоте потолка принимается средняя высота этажа. Высота одноэтажных зданий классов пожарной опасности C0 и C1 не нормируется. ** Для деревообрабатывающих производств. *** Для лесопильных цехов с числом рам до четырех, деревообрабатывающих цехов первичной обработки древесины и рубильных станций дробления древесины.						

Степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности, складских зданий (класс Ф5.2) приведены в таблице 6.3 СП 2.13130.2012 (таблица 2).

Таблица 2.

(таблица 6.3 СП 2.13130.2012 [2])

Категория склада	Высота здания*, м	Степень огнестойкости зданий	Класс конструктивной пожарной опасности зданий	Площадь этажа в пределах пожарного отсека зданий, м²		
				одно-этажных	двух-этажных	многоэтажных
А	-	I, II	C0	5200	-	-
	-	III	C0	4400	-	-
	-	IV	C0	3600	-	-
	-	IV	C2, C3	75**	-	-
Б	18	I, II	C0	7800	5200	3500
	-	III	C0	6500	-	-
	-	IV	C0	5200	-	-
	-	IV	C2, C3	75**	-	-
В	36	I, II	C0	10 400	7800	5200
	24	III	C0	10 400	5200	2600
	-	IV	C0, C1	7800	-	-
	-	IV	C2, C3	2600	-	-
	-	V	Не норм.	1200	-	-
Д	Не огр.	I, II	C0	Не огр.	10400	7800
	36	III	C0, C1	Не огр.	7800	5200
	12	IV	C0, C1	Не огр.	2200	-
	-	IV	C2, C3	5200	-	-
	9	V	Не норм.	2200	1200	-
* Высота здания в данной таблице измеряется от пола 1-го этажа до потолка верхнего этажа, включая технический; при переменной высоте потолка принимается средняя высота этажа. Высота одноэтажных зданий I, II и III степеней огнестойкости класса C0 не нормируется. Высоту одноэтажных зданий IV степени огнестойкости классов C0 и C1 следует принимать не более 25 м, классов C2 и C3 — не более 18 м (от пола до низа несущих конструкций покрытия на опоре). ** Мобильные здания.						

Степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности для зданий складов пиломатериалов приведены в таблице 6.4 СП 2.13130.2012 (таблица 3).

Таблица 3.

(таблица 6.4 СП 2.13130.2012 [2])

Категория здания	Степень огнестойкости здания	Класс конструктивной пожарной опасности	Площадь этажа в пределах пожарного отсека зданий, м²
В	I, II, III	C0	9600
	IV	C0, C1	4800
	IV	C2, C3	2400
	V	Не норм.	1200

Степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности для подземных автостоянок (Ф5.2) приведены в таблице 6.5 СП 2.13130.2012 (таблица 4).

Таблица 4.

(таблица 6.5 СП 2.13130.2012 [2])

Степень огнестойкости здания (сооружения)	Класс конструктивной пожарной опасности здания (сооружения)	Допустимое количество этажей	Площадь этажа в пределах пожарного отсека, м²
I	C0	5	3000
II	C0	3	3000

Степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности для надземных автостоянок закрытого типа приведены в таблице 6.6 СП 2.13130.2012 (таблица 5).

Таблица 5.

(таблица 6.6 СП 2.13130.2012 [2])

Степень огнестойкости здания (сооружения)	Класс конструктивной пожарной опасности здания (сооружения)	Допустимое количество этажей	Площадь этажа в пределах пожарного отсека зданий, м²	
			одно-этажных	много-этажных
I, II	C0	9	10 400	5200
	C1	2	5200	2000
III	C0	5	7800	3600
	C1	2	3600	1200
IV	C0	1	5200	-
	C1	1	3600	-
	C2, C3	1	1200	-
V	Не норм.	1	1200	-

Степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности для надземных автостоянок открытого типа приведены в таблице 6.7 СП 2.13130.2012 (таблица 6).

Таблица 6.

(таблица 6.7 СП 2.13130.2012 [2])

Степень огнестойкости здания (сооружения)	Класс конструктивной пожарной опасности здания	Допустимое количество этажей	Площадь этажа в пределах пожарного отсека здания, м ²	
			одно-этажных	много-этажных
I, II	C0	9	10 400	5200
	C1	2	3500	2000
III	C0	6	7800	3600
	C1	2	2600	1200
IV	C0	6	7300	2000
	C1	2	2000	800

Степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности для жилых зданий (домов) приведены в таблице 6.8 СП 2.13130.2012 (таблица 7).

Таблица 7.

(таблица 6.8 СП 2.13130.2012 [2])

Степень огнестойкости здания	Класс конструктивной пожарной опасности здания	Допустимая высота здания, м	Площадь этажа в пределах пожарного отсека, м ²
I	C0	75	2500
II	C0	50	2500
	C1	28	2200
III	C0	28	1800
	C1	15	1800
IV	C0	5	1000
		3	1400
	C1	5	800
		3	1200
	C2	5	500
		3	900
V	Не норм.	5	500
		3	800

Степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности для административно-бытовых зданий предприятий и складов (отдельно стоящих зданий, пристроек и вставок класса Ф4.3) приведены в таблице 6.9 СП 2.13130.2012 (таблица 8).

Таблица 8.

(таблица 6.9 СП 2.13130.2012 [2])

Степень огнестойкости здания	Класс конструктивной пожарной опасности	Допустимая высота здания, м	Площадь этажа в пределах пожарного отсека, м ² , при числе этажей					
			1	2	3	4, 5	6 – 9	10 – 16
I	C0	50	6000	5000	5000	5000	5000	2500

II	C0	50	6000	4000	4000	4000	4000	2200
II	C1	28	5000	3000	3000	2000	1200	-
III	C0	15	3000	2000	2000	1200	-	-
III	C1	12	2000	1400	1200	800	-	-
IV	C0	9	2000	1400	-	-	-	-
IV	C1	6	2000	1400	-	-	-	-
IV	C2, C3	6	1200	800	-	-	-	-
V	C1 – C3	6	1200	800	-	-	-	-

П р и м е ч а н и е
1 Прочерк в таблице означает, что здание данной степени огнестойкости не может иметь указанное число этажей.

Степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности для общественных зданий приведены по таблице 6.9 СП 2.13130.2012 (таблица 8), зданий предприятий бытового обслуживания (Ф3.5) – в таблице 6.10 СП 2.13130.2012 (таблица 9), предприятий торговли (Ф3.1) – в таблице 6.11 СП 2.13130.2012 (таблица 10).

Таблица 9.

(таблица 6.10 СП 2.13130.2012 [2])

Степень огнестойкости здания	Класс конструктивной пожарной опасности	Допустимая высота здания	Площадь этажа в пределах пожарного отсека зданий, м ²	
			одно-этажных	много-этажных (не более 6 этажей)
I	C0	18	3000	2500
II	C0	18	3000	2500
II	C1	6	2500	1000
III	C0	6	2500	1000
III	C1	5	1000	-
IV	C0, C1	5	1000	-
IV	C2, C3	5	500	-
V	C1 – C3	5	500	-

Таблица 10.

(таблица 6.11 СП 2.13130.2012 [2])

Степень огнестойкости здания	Класс конструктивной пожарной опасности	Допустимая высота здания, м	Площадь этажа в пределах пожарного отсека зданий, м ²		
			одно-этажных	двух-этажных	3 – 5-этажных
I, II	C0	28	3500	3000	2500
III	C0 – C1	8	2000	1000	-
IV	C0	3	1000	-	-
IV, V	C1 – C3	3	500	-	-

Степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности для зданий детских дошкольных учреждений общего типа (Ф1.1) приведены в таблице 6.12 СП 2.13130.2012 (таблица 11).

Таблица 11. (таблица 6.12 СП 2.13130.2012 [2])

Число мест в здании	Степень огнестойкости здания, не ниже	Класс конструктивной пожарной опасности	Допустимая высота здания, м (этажность)
До 50	Не норм.	Не норм.	3* (1)
	III	C1	3* (1)
До 100	III	C0	3* (1)
До 150	II	C1	6 (2)
До 350	II	C0	9 (3)
	I	C0, C1	

Степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности для зданий школ (общеобразовательных и дополнительного образования детей), учебных корпусов школинтернатов, учреждений начального образования (Ф 4.1), а также спальных корпусов школинтернатов и интернатов при школах (Ф 1.1) приведены в таблице 6.13 СП 2.13130.2012 (таблица 12).

Таблица 12
(таблица 6.13 СП 2.13130.2012 [2])

Число учащихся или мест в здании	Класс конструктивной пожарной опасности	Степень огнестойкости, не ниже	Допустимая высота здания, м (этажность)
До 270	Не норм.	Не норм.	3* (1)
	C1	III	3* (1)
До 350	C0	III	7 (2)
	C1	II	7 (2)
До 600	C0	II	11 (3)
До 1600	C1	I	11 (3)
Не норм.	C0	I	15 (4)
Спальные корпуса			
До 60	Не норм.	Не норм.	3* (1)
	C1ПСЗ	IV	
До 140	C0	IV	3* (1)
До 200	C1	III	3* (1)
До 280	C0	III	7 (2)
Не норм.	C0	I, II	15 (4)

Степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности для зданий зрелищных и культурно-просветительных учреждений класса

функциональной пожарной опасности Ф2.1 и Ф2.2 приведены в таблице 6.15 СП 2.13130.2012 (таблица 13).

Таблица 13 (таблица 6.15 СП 2.13130.2012 [2])

Класс функциональной пожарной опасности здания (сооружения)	Степень огнестойкости	Класс конструктивной пожарной опасности	Допустимая высота здания, м (этажность)	Наибольшая вместимость зала или сооружения, мест
Ф2.1	I	C0	50	Не норм.
	II	C0	9 (3)	До 800
	II	C1	6 (2)	До 600
	III	C0	3 (1)	до 400
	IV, V	C0 – C3	3 (1)	До 300
Ф2.2	I	C0	50	Не норм.
	II	C0	50	До 800
	II	C1	28	До 600
	III	C0	9 (3)	До 400
	III	C1	6 (2)	До 300
	IV, V	C0 – C3	3 (1)	До 300

Методика экспертизы строительных конструкций

Проверка соответствия строительных конструкций требованиям пожарной безопасности осуществляется методом сопоставления. Сравниваются фактические и требуемые пределы огнестойкости и классы пожарной опасности конструкций. Если соблюдаются условия безопасности $P_f \geq P_{тр}$ и $K_f \geq K_{тр}$, то строительная конструкция удовлетворяет требованиям пожарной безопасности.

Варианты заданий к Практической работе № 2

Задание 1.

Определить степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности для жилого 2-х этажного здания высотой 27м:

-Характеристики материалов приведены в таблицах СП 2.13130.2012.

Задание 2.

Определить степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности для жилого 7-х этажного здания высотой 57м:

-Характеристики материалов приведены в таблицах СП 2.13130.2012.

Задание 3.

Определить степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности для жилого 2-х этажного здания с площадью этажа в пределах пожарного отсека 2400 м²:

-Характеристики материалов приведены в таблицах СП 2.13130.2012.

Задание 4.

Определить степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности для жилого 4-х этажного здания с площадью этажа в пределах пожарного отсека 2900 м²:

-Характеристики материалов приведены в таблицах СП 2.13130.2012.

Задание 5.

Определить степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности для общественного одноэтажного здания высотой 17м:

-Характеристики материалов приведены в таблицах СП 2.13130.2012.

Задание 6.

Определить степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности для общественного многоэтажного здания высотой 37м:

-Характеристики материалов приведены в таблицах СП 2.13130.2012.

Задание 7.

Определить степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности для общественного одноэтажного здания высотой 7м:

-Характеристики материалов приведены в таблицах СП 2.13130.2012.

Задание 8.

Определить степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности для учебного корпуса школы-интерната на 400 учащихся:

-Характеристики материалов приведены в таблицах СП 2.13130.2012.

Задание 9.

Определить степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности для учебного корпуса школы-интерната на 800 учащихся:

-Характеристики материалов приведены в таблицах СП 2.13130.2012.

Задание 10.

Определить степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности для учебного корпуса общеобразовательной школы на 100 учащихся: -Характеристики материалов приведены в таблицах СП 2.13130.2012.

Задание 11.

Определить степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности для учебного корпуса ТулГУ на 100 учащихся:

-Характеристики материалов приведены в таблицах СП 2.13130.2012.

Задание 12.

Определить степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности для лабораторного корпуса ТулГУ на 100 учащихся:

-Характеристики материалов приведены в таблицах СП 2.13130.2012.

Задание 13.

Определить степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности для детского сада на 100 воспитанников:

-Характеристики материалов приведены в таблицах СП 2.13130.2012.

Задание 14.

Определить степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности для школы -интерната на 300 воспитанников:

-Характеристики материалов приведены в таблицах СП 2.13130.2012.

Задание 15.

Определить степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности для здания склада лакокрасок (1000м²):

-Характеристики материалов приведены в таблицах СП 2.13130.2012.

Задание 16.

Определить степень огнестойкости и класс конструктивной пожарной опасности для склада металлопроката (200м²):

-Характеристики материалов приведены в таблицах СП 2.13130.2012.

Практическая работа 3

Расчет пределов огнестойкости бетонных и железобетонных конструкций.

Цель работы: освоить методику расчета фактических пределов огнестойкости железобетонных конструкций; научиться работать с нормативно- справочной литературой.

1. ОСНОВНЫЕ ТЕРМИНЫ И ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Огнестойкость конструкции - способность конструкции сохранять огнепреграждающую, теплоизолирующую и несущую способность при воздействии пожара.

Предельные состояния конструкций по огнестойкости:

по потере несущей способности конструкций и узлов - обрушение или прогиб в зависимости от типа конструкций;

по теплоизолирующей способности - повышение температуры на необогреваемой поверхности в среднем более чем на 160 °С или в любой точке этой поверхности более чем на 190 °С по сравнению с температурой конструкции до нагрева, или более чем до 220 °С независимо от температуры конструкции до нагрева;

по огнепреграждающей способности (плотности) - образование в конструкциях или стыках сквозных трещин или сквозных отверстий, через которые проникают продукты горения или пламя.

Для наружных стен, покрытий, балок, ферм, колонн и столбов предельным состоянием является только такое, при котором происходит потеря несущей способности конструкций и узлов.

Стандартный температурный режим - изменение температуры среды во времени при проведении огневого испытания в соответствии с температурно-временной зависимостью: $t - t_0 = 345 \lg(480\tau + 1)$, где t - температура среды в камере печи в момент τ , t_0 - начальная температура среды, τ - время, ч, от начала испытания. (Значения t при $t_0 = 20$ °С даны в табл. 1 прил. 1.)

Стандартное огневое испытание - экспериментальная оценка поведения конструкции при стандартном температурном режиме.

Предел огнестойкости конструкции - промежуток времени, ч, от начала нагревания конструкции по стандартному температурному режиму до потери ею огнестойкости, т.е. достижения одного из предельных состояний конструкции по огнестойкости.

2. РАСЧЕТ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИ ОГНЕВОМ ВОЗДЕЙСТВИИ

2.1. При расчете несущей способности бетонных и железобетонных конструкций следует учитывать изменение механических свойств бетона и арматуры в зависимости от их температуры, определенной теплотехническим расчетом; возможное изменение расчетной схемы предельного равновесия вследствие температурных деформаций самой конструкции.

Допускается не учитывать в расчете самоуравновешенные температурные напряжения в конструкции.

2.2. Расчетные сопротивления сжатию и растяжению бетона R_{bu} и R_{btu} и арматуры R_{sci} и R_{su} для расчета огнестойкости определяются делением нормативных сопротивлений, приведенных в СНиП 2.03.02-84, на соответствующие коэффициенты надежности - по бетону $\gamma_b = 0,83$, по арматуре $\gamma_s = 0,9$. При этом нормативные сопротивления арматуры сжатию при наличии сцепления арматуры с бетоном принимаются равными

соответствующим нормативным сопротивлениям арматуры растяжению, но не более 450 МПа.

Расчетные сопротивления бетона и арматуры для расчета огнестойкости снижаются путем умножения соответственно на коэффициенты условий работы бетона γ_{bt} (табл. 2 прил. 1) и арматуры γ_{st} (табл. 3, 4 прил. 1), при этом принимают приведенные в [СНиП 2.03.01-84](#) коэффициенты условий работы бетона $\gamma_{bt} = 1,0$ и коэффициенты условий работы арматуры $\gamma_{st} = 1,0$.

Модули упругости бетона и арматуры принимаются по [СНиП 2.03.01-84](#) и умножаются соответственно на коэффициенты β_{bt} (табл. 5 прил. 1) и β_{st} (табл. 6 прил. 1), учитывающие снижение модуля упругости при нагреве.

2.3. Наиболее точно несущую способность конструкции определяют конечно-элементным методом или послойным расчетом. В обоих случаях расчетные значения механических свойств материалов каждого элемента или слоя принимают с учетом его температуры.

Методика расчета несущей способности бетонных и железобетонных неравномерно прогретых конструкций путем разбиения сечения конструкции на части изложена в [СНиП 2.03.01-84](#) и «Пособии по проектированию бетонных и железобетонных конструкций, предназначенных для работы в условиях воздействия повышенных и высоких температур».

2.4. Допускается принимать для коэффициента условий работы бетона γ_{bt} упрощенную аппроксимацию: $\gamma_{bt} = 1$ при $t \leq t_{cr}$, $\gamma_{bt} = 0$ при $t > t_{cr}$ (значения t_{cr} даны в табл. 7 прил. 1), т.е. принимать, что бетон нагретый до температур не превышающих критическую не снижает своей прочности, а бетон, нагретый до температур выше критической теряет прочность и полностью выключается из работы.

Бетонные и железобетонные конструкции уменьшенного поперечного сечения (без выключенного из работы слоя бетона, прогретого до $t > t_{cr}$) с расчетными сопротивлениями бетона и арматуры для расчета огнестойкости рассчитываются в соответствии со [СНиП 2.03.01-84](#).

2.5. Огневое воздействие кратковременно, поэтому следует принимать коэффициенты условий работы для кратковременного воздействия нагрузок, но не более 1. Например, при использовании формулы (21) [СНиП 2.03.01-84](#) следует принимать значения коэффициентов, отвечающие случаю $M_l/M = 0$.

Предварительное напряжение арматуры полностью теряется при ее нагреве до 300 °С; при вычислении условной критической силы в формулах (20) и (58) [СНиП 2.03.01-84](#), вместо коэффициента 6, следует принимать 8.

2.6. Температурные поля в сечении конструкции можно определять теплотехническим расчетом (разд. 3) с использованием конечно-разностных или конечно-элементных методов, или принимать по опубликованным результатам теплотехнических расчетов прогрева бетонных сечений. Расчет температуры бетона и арматуры в сплошных сечениях бетонных и железобетонных конструкций приведен в разд. 4; для плоских конструкций также построены графики прогрева (рис. 1 прил. 1).

Толщину слоев бетона, нагретых до $t > t_{cr}$, можно для заданных моментов времени определять в соответствии с указаниями, приведенными в разд. 5.

2.7. Для изгибаемых свободно опирающихся железобетонных плит при огневом воздействии снизу обрушение происходит вследствие уменьшения с прогревом прочности растянутой арматуры. При расчете можно пренебречь прогревом сжатой зоны бетона и сжатой арматуры.

Для сплошной свободно опирающейся по двум противоположным сторонам плиты высоту сжатой зоны бетона при разрушении по нормальному сечению от момента M определяют по формуле

$$x = \frac{M - (h_0 - a') A_s R_{scu}}{b h_0 R_{cu}}, \quad (1)$$

проверив выполнение условия $x > 2a'$ (если оно не выполняется, расчет ведется без учета сжатой арматуры). Критическое значение коэффициента условий работы арматуры составит

$$\gamma_{st,cr} = \frac{M - (a' - 0,5x)A'_y R_{sy}}{(h_0 - 0,5x)A_y R_{sy}}, \quad (2)$$

При отсутствии сжатой арматуры значение $\gamma_{st,cr}$ будет

$$\gamma_{st,cr} = \frac{M}{R_{sy} A_y R_{sy}} / \left(1 - \frac{M}{2b h_0^2 R_{sy}}\right). \quad (3)$$

В зависимости от класса арматуры по табл. 3, 4 прил. 1 определяют температуру арматуры t_{cr} , при которой достигается полученное значение $\gamma_{st,cr}$. По критической температуре арматуры рассчитывают либо толщину защитного слоя бетона, обеспечивающую требуемый предел огнестойкости (разд. 6), либо при заданной толщине защитного слоя бетона определяют предел огнестойкости конструкции, равный времени достижения в арматуре критической температуры t_{cr} (разд. 7). Эти же значения могут быть определены по графикам прогрева сплошных бетонных плит (см. рис. 1 прил. 1). Допускается принимать температуру арматурного стержня равной температуре бетона на уровне его центра.

2.8. Предел огнестойкости по потере несущей способности многопустотных свободно опирающихся плит перекрытий и покрытий можно принимать как для аналогичных сплошных плит с коэффициентом 0,9.

3. РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРОГРЕВА В СЕЧЕНИЯХ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ОБОГРЕВАЕМЫХ ПО СТАНДАРТНОМУ ТЕМПЕРАТУРНОМУ РЕЖИМУ

3.1. Наиболее точно прогрев конструкции определяется конечно-разностным или конечно-элементным расчетом. Эти методы целесообразно использовать при оценке теплоизолирующей способности конструкций, а также при определении предела огнестойкости по несущей способности, если статический расчет несущей способности прогретой конструкции осуществляется методом конечных элементов или послойным расчетом (п. 2.3). Подобные расчеты следует проводить с использованием ЭВМ.

3.2. При проведении расчетов следует принимать: начальную температуру конструкций 20 °С; температуру обогревающей среды $t = 3451g(480\tau + 1) + 20$, где τ - время, ч, от начала огневого воздействия. Значения t приведены в табл. 1 прил. 1; температура среды у необогреваемых поверхностей - 20 °С.

В качестве обогреваемых следует принимать те поверхности конструкции, которые могут подвергаться воздействию огня при пожаре.

3.3. Полный тепловой поток к единице поверхности конструкции Q (кВт/м²) включает в себя конвективный Q_c и лучистый Q_r тепловые потоки:

$$Q = Q_c + Q_r; \quad (4)$$

Q_c определяется по формуле

$$Q_c = a_c(t - t_e), \quad (5)$$

где t_e - температура поверхности.

Допускается принимать независимо от их расположения: для обогреваемых поверхностей $a_c = 29$ кВт/(м²·°С) [25 ккал/(ч·м·°С)]; для необогреваемых поверхностей

$$a_c = -1,5 \cdot \sqrt[3]{t_e - 20}; \quad (6)$$

Q_r определяется по формуле

$$Q_r = 5,67 \cdot \varepsilon_{red} \left[\left(\frac{t + 273}{100} \right)^4 - \left(\frac{t_e + 273}{100} \right)^4 \right], \quad (7)$$

где ε_{red} - приведенная степень черноты системы «среда - поверхность конструкции», равная $1/(1/\varepsilon + 1/\varepsilon_l - 1)$.

Для обогревающей среды $\varepsilon = 0,85$, для воздушной среды у необогреваемых поверхностей - 1,0.

Для системы «обогревающая среда - бетонная поверхность конструкции» $\varepsilon_{red} = 0,56$; для системы «воздух - необогреваемая бетонная поверхность конструкции» - 0,63.

3.4. Для плоских конструкций допускается не учитывать теплообмен на торцах и принимать изменение температуры только по толщине конструкции, т.е. ограничиваться решением одномерной задачи теплопроводности.

3.5. Для плоских односторонне нагреваемых конструкций значения минимальных толщин, необходимых для обеспечения требуемых величин предела огнестойкости (по теплоизолирующей способности), приведены:

при свободном теплоотводе в окружающую среду с необогреваемой поверхности - в табл. 8; в прил. 1 даны также графики прогрева по толщине конструкций (см. рис. 1); при отсутствии теплоотвода с необогреваемой поверхности - в табл. 9.

Первый случай относится к перегородкам, стенам, плитам перекрытий без полов или с полами из несгораемых материалов; второй - к плоским конструкциям, необогреваемая поверхность которых покрыта сгораемыми материалами.

Штукатурка, стяжка, засыпка и пол из несгораемых материалов учитываются при определении толщины конструкции.

3.6. Для многпустотных панелей и плит перекрытий, у которых площадь пустот A_0 составляет не более 40 % полной площади поперечного сечения A допускается принимать предел огнестойкости по теплоизолирующей способности, как для плит сплошного поперечного сечения с приведенной толщиной, равной

$$h_{red} = \frac{A - A_0}{b}, \quad (8)$$

где b - ширина плиты.

Если для плиты перекрытия известна нагрузка от собственного веса (кг/м^2), то приведенная толщина может быть определена по формуле

$$h_{red} = p/\rho. \quad (9)$$

где ρ - плотность бетона (сухого) (кг/м^3).

3.7. При расчете следует учитывать, что с изменением температуры изменяются теплотехнические характеристики бетона и арматуры, а также влияние на них влажности бетона.

Коэффициент теплопроводности [$\text{Вт/(м}\cdot^\circ\text{C)}$] бетонов и арматуры допускается определять по формуле

$$\lambda(t) = A + Bt. \quad (10)$$

Значения коэффициентов A и B принимаются по табл. 10.

Для арматуры допускается принимать температуру одинаковой по ее сечению.

Удельную теплоемкость [$\text{кДж/(кг}\cdot^\circ\text{C)}$] бетонов и арматуры допускается принимать по формуле

$$C(t) = C + Dt. \quad (11)$$

Значения коэффициентов C и D принимаются по табл. 10.

Допускается принимать, что механически связанная вода в бетоне испаряется при 100 °С и при этом поглощается тепло в количестве $2,26 \cdot 10^3$ кДж/кг (539 ккал/кг), т.е. при достижении в точке (элементарном объеме) бетонного сечения температуры 100 °С приток тепла полностью идет на испарение содержащейся в бетоне воды и дальнейшее повышение температуры будет происходить лишь после полного испарения воды.

3.8. При теплотехнических расчетах, не использующих конечно-разностные или конечно-элементные методы (разд. 4 - 7), допускается использовать в расчетах приведенный (осредненный) коэффициент температуропроводности α_{red} , м²/ч, определяемый по формуле:

$$\alpha_{red} = \frac{3,6 \cdot \lambda(450)}{[C(450) + 0,05w]\rho}, \quad (12)$$

где $\lambda(450)$; $C(450)$ - коэффициент теплопроводности и удельная теплоемкость бетона, вычисляются по формулам (10), (11) при $t = 450$ °С; эксплуатационная (массовая) влажность бетона, %, принимаемая по прил. 3 [СНиП II-3-79*](#) «Строительная теплотехника».

Допускается принимать значения w и соответствующие им значения α_{red} по табл. 10.

4. РАСЧЕТ ТЕМПЕРАТУРЫ БЕТОНА И АРМАТУРЫ В СПЛОШНЫХ СЕЧЕНИЯХ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

4.1. Расчет применим для плоских конструкций и конструкций прямоугольного и круглого сечений. Начальная температура конструкций принята равной 20 °С.

4.2. Для определения температуры в бетоне вычисляют

$$x_i^* = x_i + \varphi_1 \sqrt{\alpha_{red}}, \quad (13)$$

где x_i - расстояние, м, от рассматриваемой точки сечения до i -й обогреваемой поверхности. Для точек i -й обогреваемой поверхности $x_i = 0$; φ_1 - коэффициент, ч^{1/2}, зависящий от плотности бетона; принимается по табл. 11 прил. 1.

4.3. Для арматуры величина x_i^{**} составит:

$$x_i^{**} = y_i + \varphi_1 \sqrt{\alpha_{red}} + \varphi_2 d_s, \quad (14)$$

где y_i - расстояние, м, от i -й обогреваемой поверхности до ближайшего к ней края арматуры; φ_2 - коэффициент, зависящий от плотности бетона, принимаемый по табл. 12 прил. 1; d_s - диаметр арматуры, м.

4.4. Затем определяют относительные расстояния:

$$r_i = x_i^{**}/l \leq 1, \quad (15)$$

где l - толщина, м, начавшего прогреваться слоя бетона;

$$l = \sqrt{12\alpha_{red}\tau}, \quad (16)$$

τ - время обогрева конструкции, ч.

4.5. Температуру бетона и арматуры в зависимости от количества обогреваемых поверхностей и их взаимного расположения определяют по формулам:

при одной обогреваемой поверхности

$$t = 20 + 1200(1 - r_i)^2. \quad (17)$$

(Формула применима при $x_1 \leq 0,7h$, где h - расстояние от обогреваемой до противоположной ей поверхности);

при двух параллельных обогреваемых поверхностях

$$t = 20 + 1200 [(1 - r_1)^2 + (1 - r_2)^2]; \quad (18)$$

при двух взаимно перпендикулярных обогреваемых поверхностях

$$t = 1220 - 1200 [1 - (1 - r_1)^2][1 - (1 - r_2)^2]; \quad (19)$$

при трехстороннем огневом воздействии, когда первая и вторая обогреваемые поверхности параллельны, а третья им перпендикулярна

$$t = 1220 - 1200[1 - (1 - r_1)^2 - (1 - r_2)^2][1 - (1 - r_3)^2]; \quad (20)$$

при четырехстороннем огневом воздействии на конструкцию (взаимно параллельны первая и вторая, третья и четвертая обогреваемые поверхности)

$$t = 1220 - 1200[1 - (1 - r_1)^2 - (1 - r_2)^2][1 - (1 - r_3)^2(1 - r_4)^2]. \quad (21)$$

Если для рассматриваемой точки $x_i \geq l$, то $r_i = 1$, $[1 - (1 - r_i)^2] = 1$, т.е. i -я обогреваемая поверхность не оказывает влияния на температуру в рассматриваемой точке.

В конструкциях круглого сечения, обогреваемых по всему периметру:

$$t = 20 + 1200 \sqrt{b/(b - x_1)} / (1 - r_1)^2, \quad (22)$$

где b - радиус сечения (м), $x_i \leq 0,7b$.

5. РАСЧЕТ ТОЛЩИН СЛОЕВ БЕТОНА, ПРОГРЕВАЕМЫХ ДО КРИТИЧЕСКИХ ТЕМПЕРАТУР ЗА ЗАДАННОЕ ВРЕМЯ

5.1. При одной обогреваемой поверхности определяют относительное расстояние r_1 :

$$r_1 = 1 - \sqrt{\frac{t_{cr} - 20}{1200}}; \quad (23)$$

затем

$$x_1 = r_1 l - \varphi_1 \sqrt{\alpha_{ред}}, \quad (24)$$

где l определяется по формуле (16). Толщину слоя бетона δ , прогретого до температуры t_{cr} , принимают равной x_1 .

5.2. При двух параллельных обогреваемых поверхностях определяют r_1 по формуле (23) и x_1 по формуле (24). Затем по формуле (18) определяют температуру для точки, находящейся от обогреваемых поверхностей на расстояниях x_1 и $x_2 = h - x_1$, где h - расстояние между обогреваемыми поверхностями. Если $t > t_{cr}$, то рассчитывают температуру t' в точке $x'_1 > x_1$, $x'_2 = h - x'_1$. Толщину слоя бетона, прогретого до температуры t_{cr} , принимают

$$\delta = x_1 + \frac{x'_1 - x_1}{t - t'} (t - t_{cr}). \quad (25)$$

5.3. При двух взаимно перпендикулярных обогреваемых поверхностях вдоль этих поверхностей толщина прогретого слоя принимается как для одной обогреваемой поверхности, внутри же угла, образованного этими поверхностями, толщина прогретого слоя определяется по формулам:

$$r = 1 - \sqrt{1 - \sqrt{\frac{1220 - t_{cr}}{1220}}} \quad (26)$$

5.4. При трехстороннем обогреве конструкции прямоугольного сечения (первая и вторая обогреваемые поверхности взаимно параллельны, расстояние между ними b , и перпендикулярны третьей) толщина прогретого слоя у третьей обогреваемой поверхности определяется по формулам:

$$r = (b/2 + \varphi_1 \sqrt{\alpha_{ред}}) / l \leq 4;$$

$$w = 1 - 2(1 - r^2)^2,$$

$$r_3 = 1 - \sqrt{\frac{1200w - 1220 + t_{cr}}{1220w}};$$

$$\delta = r_3 l - \varphi_1 \sqrt{a_{red}}.$$
(27)

Толщина прогретого слоя у первой и второй обогреваемой поверхностей принимается как для одной обогреваемой поверхности.

5.5. При четырехстороннем обогреве толщина прогретого слоя у обогреваемых поверхностей принимается по формулам (27).

В углах конструкций прямоугольного сечения при трехстороннем или четырехстороннем обогреве толщина прогретого слоя определяется по формуле (26).

5.6. Для четырехсторонне обогреваемых конструкций квадратного сечения допускается определять площадь, ограниченную изотермой $t = t_{cr}$ по формуле

$$F = \Psi(2c)^2, \quad (28)$$

где $c = h/2 - \delta_c$ [h - размер квадратного сечения; δ_c - толщина слоя, прогретого до $t > t_{cr}$ у середины боковой поверхности, вычисляется по формуле (27)];

$$\Psi = b/c - 0,2, \text{ но не более } 1;$$

$$b = (h/2 - \delta_g);$$

δ_g - толщина слоя, прогретого до $t \geq t_{cr}$ в углу сечения, вычисляется по формуле (26).

5.7. Для конструкций круглого сечения толщину прогретого слоя определяют следующим образом. Находят r_1 по формуле (23) и x_1 по формуле (24). Затем по формуле (22) определяют температуру t для точки, находящейся на расстоянии x_1 от обогреваемой поверхности, и температуру t' для точки с $x'_1 = 1,2x_1$. Толщину прогретого до температуры t_{cr} бетона вычисляем по формуле (25).

6. РАСЧЕТ ТОЛЩИН ЗАЩИТНЫХ СЛОЕВ БЕТОНА, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ДОСТИЖЕНИЕ КРИТИЧЕСКИХ ТЕМПЕРАТУР В АРМАТУРЕ В ЗАДАННОЕ ВРЕМЯ

6.1. Толщина защитного слоя бетона δ_s принимается от обогреваемой поверхности до ближайшего к ней края арматуры.

Расчет заключается в определении относительных расстояний r_i и затем y_i

$$y_i = r_i l - \varphi_1 \sqrt{a_{red}} - \varphi_2 d_s, \quad (29)$$

где l вычисляют по формуле (16).

При одной обогреваемой поверхности определяют r_1 по формуле (23), y_1 - по формуле (29) и принимают $\delta_s = y_1$.

6.2. При двух параллельных обогреваемых поверхностях находят r_1 по формуле (24) и y_1 по формуле (29). Затем по формуле (18) определяют температуру t арматуры, находящейся от обогреваемых поверхностей на расстояниях y_1 и $y_2 = h - y_1 - d_s$. Если $t = t_{cr}$, то принимается $\delta_s = y_1$. Если $t > t_{cr}$, то рассчитывают температуру t' арматуры с $y'_1 > y_1$, $y'_2 = h - y_1 - d_s$ и принимают

$$\delta_s = y_1 + \frac{y'_1 - y_1}{t - t'} (t - t_{cr}). \quad (30)$$

6.3. При двух взаимно перпендикулярных обогреваемых поверхностях и арматуре, расположенной на биссектрисе прямого угла, определяют r по формуле (26), y по формуле (29) и принимают $\delta_s = y$.

В остальных случаях, принимая определенное расположение арматуры, рассчитывают ее температуру и подбирают расположение, обеспечивающее достижение критической температуры в заданное время. Рекомендуется подбирать интерполяцией лишь толщину защитного слоя от ближайшей к арматуре обогреваемой поверхности, выбирая заранее и оставляя неизменным расположение арматуры относительно остальных обогреваемых поверхностей.

7. РАСЧЕТ ВРЕМЕНИ ДОСТИЖЕНИЯ КРИТИЧЕСКОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ В РАСТЯНУТОЙ АРМАТУРЕ ПЛОСКОЙ ОДНОСТОРОННЕ ОБОГРЕВАЕМОЙ КОНСТРУКЦИИ ПРИ ЗАДАННОЙ ТОЛЩИНЕ ЗАЩИТНОГО СЛОЯ

Толщина защитного слоя бетона δ_s принимается от обогреваемой поверхности до ближайшего к ней края растянутой арматуры.

Для арматуры одного класса, расположенной на одном или нескольких уровнях, находят среднюю толщину защитного слоя бетона и средний диаметр арматуры по формулам:

$$\delta_s = \frac{\sum_{j=1}^n \delta_j A_{sj}}{A_s}, \quad (31)$$

$$d_s = \frac{\sum_{j=1}^n d_j A_{sj}}{A_s}, \quad (32)$$

где j - порядковый номер арматурного стержня или проволоки ($j = 1, \dots, n$); δ_j - толщина защитного слоя бетона для j -го арматурного стержня; d_j, A_{sj} - диаметр и площадь поперечного сечения j -го арматурного стержня.

Площадь всей растянутой арматуры составит:

$$A_s = \sum_{j=1}^n A_{sj}. \quad (33)$$

Определим:

$$x^* = \delta_s + \varphi_1 \sqrt{\alpha_{red}} + \varphi_2 d_s; \quad (34)$$

$$r = 1 - \sqrt{\frac{t_{cr} - 20}{1200}}. \quad (35)$$

Искомую величину времени, τ , достижения критической температуры в арматуре вычислим по формуле:

$$\tau = \frac{1}{12\alpha_{red}} \left(\frac{x^*}{r} \right)^2 \quad (36)$$

Приложение 1

ТАБЛИЦЫ И ГРАФИКИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ РАСЧЕТЕ ПРЕДЕЛОВ ОГНЕСТОЙКОСТИ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В таблицах [2](#) - [6](#), [8](#), [9](#), [11](#), [12](#) допускается интерполяция.

Таблица 1

Время, ч-мин	$t, ^\circ\text{C}$	Время, ч-мин	$t, ^\circ\text{C}$	Время, ч-мин	$t, ^\circ\text{C}$
0-05	576	1-10	970	3-00	1110
0-10	679	1-20	990	3-15	1120

Время, ч-мин	$t, ^\circ\text{C}$	Время, ч-мин	$t, ^\circ\text{C}$	Время, ч-мин	$t, ^\circ\text{C}$
0-15	738	1-30	1006	3-30	1133
0-20	781	1-40	1025	3-45	1143
0-25	810	1-50	1035	4-00	1153
0-30	841	2-00	1049	4-15	1163
0-40	885	2-15	1067	4-30	1170
0-50	915	2-30	1082	4-45	1178
1-00	945	2-45	1097	5-00	1186

Таблица 2

Бетон	Средняя плотность бетона ρ , кг/м ³	Коэффициент условий работы бетона γ_{bt} при температуре бетона, $^\circ\text{C}$								
		20	100	200	300	400	500	600	700	800
Тяжелый бетон с крупным заполнителем из силикатных пород	2350	1,0	0,85	0,95	0,85	0,70	0,55	0,35	0,20	0,05
То же, из карбонатных пород	2350	1,0	0,90	1,00	0,90	0,75	0,60	0,40	0,25	0,06
Легкий бетон с крупным заполнителем из керамзита	1600	1,0	0,95	1,00	0,90	0,75	0,65	0,65	0,55	0,40
Керамзитоперлитобетон	1200	1,0	0,92	0,83	0,74	0,65	0,55	0,47	0,37	0,28

Таблица 3

Класс стержневой арматуры	Коэффициент условий работы стержневой арматуры γ_{st} при температуре арматуры, $^\circ\text{C}$									
	≤ 350	400	450	500	550	600	650	700	750	800
A-I	1,0	1,0	0,80	0,65	0,50	0,35	0,23	0,15	0,05	0
A-II	1,0	1,0	0,90	0,70	0,50	0,35	0,23	0,15	0,05	0
A-IIb	1,0	1,0	0,80	0,60	0,40	0,25	0,10	0,05	0,03	0
A-III	1,0	1,0	0,95	0,75	0,60	0,45	0,30	0,15	0,10	0,05
A-IIIb	1,0	1,0	0,90	0,65	0,45	0,35	0,20	0,10	0,05	0
A-IV	1,0	0,95	0,80	0,65	0,50	0,35	0,20	0,10	0,05	0
A-V	1,0	0,95	0,80	0,60	0,40	0,25	0,10	0,05	0,03	0
A _T - IV } A _T - V }	1,0	0,9	0,70	0,50	0,30	0,20	0,10	0,05	0,03	0
A _T - VI } A _T - VII }	1,0	0,8	0,55	0,40	0,30	0,20	0,10	0,05	0,03	0

Таблица 4

Класс арматуры	Коэффициент условий работы арматуры γ_{st} при температуре арматуры, $^\circ\text{C}$					
	≤ 150	200	250	300	350	400
B-I, Bp-I	1,0	1,00	1,00	0,95	0,85	0,65
B-II, Bp-II, K-7	1,0	0,95	0,85	0,75	0,65	0,53
A-VI	1,0	0,95	0,90	0,85	0,75	0,70

Продолжение табл. 4

Класс арматуры	Коэффициент условий работы арматуры γ_{st} при температуре арматуры, $^\circ\text{C}$					
	450	500	550	600	650	700
B-I, Bp-I	0,50	0,30	0,15	0,05	0	0
B-II, Bp-II, K-7	0,40	0,30	0,20	0,10	0,05	0
A-VI	0,60	0,45	0,30	0,20	0,05	0

Таблица 5

Бетон	Коэффициент снижения модуля упругости бетона β_{bt} при температуре бетона, °С								
	50	100	200	300	400	500	600	700	800
Тяжелый	1,0	0,80	0,60	0,40	0,35	0,30	0,25	0,15	0,10
Легкий	1,0	1,0	0,90	0,75	0,62	0,50	0,41	0,32	0,27

Таблица 6

Арматура	Коэффициент снижения модуля упругости арматуры β_{st} при температуре арматуры, °С							
	100	200	300	400	500	600	700	800
Горячекатаная стержневая, проволочная	0,96	0,90	0,88	0,83	0,78	0,73	0,63	0,50
Термически и термомеханически упрочненная	1,0	0,96	0,92	0,85	0,71	0,40	-	-

Таблица 7

Бетон	Критическая температура нагрева сжатого бетона t_{cr} , °С
Тяжелый бетон с крупным заполнителем из силикатных пород	500
То же, с крупным заполнителем из карбонатных пород	600

Таблица 11

Средняя плотность бетона ρ , кг/м ³	Коэффициент φ_1 , ч ^{1/2}
500	0,46
1000	0,55
1500	0,58
2000	0,60
2350	0,62
2450	0,65

Таблица 12

Средняя плотность бетона ρ , кг/м ³	Коэффициент φ_2
500	1,0
800	0,9
1100	0,8
1400	0,7
1700	0,6
2000	0,5

Таблица 8

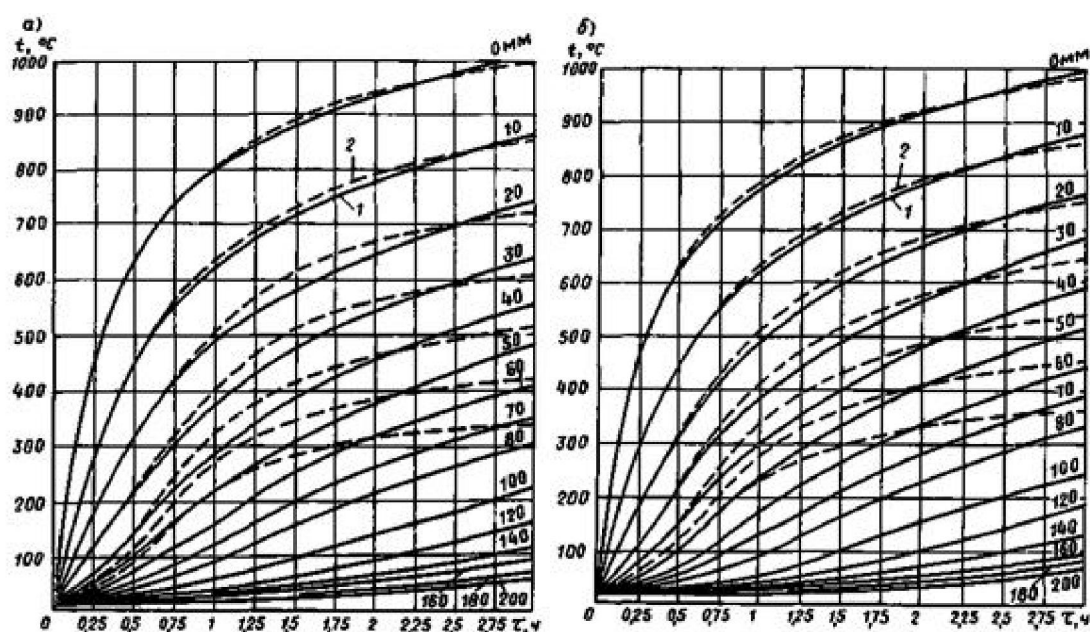
Бетон	Средняя плотность бетона ρ , кг/м ³	Минимальная толщина сплошного бетонного сечения, мм, обеспечивающая по теплоизолирующей способности предел огнестойкости, ч							
		0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Тяжелый бетон с крупным заполнителем из силикатных пород	2350	30	50	60	70	90	105	120	130
Мелкозернистый песчаный бетон	1900								
Тяжелый бетон с заполнителем из карбонатных пород	2350	27	45	55	65	85	100	110	120
Легкий бетон с крупным заполнителем из керамзита	1600	24	36	46	55	65	75	85	95
Керамзитоперлитобетон	1200	24	35	43	50	60	65	70	75
Легкий бетон с мелким и крупным заполнителем из керамзита	750								

Таблица 9

Бетон	Средняя плотность бетона ρ , кг/м ³	Минимальная толщина сплошного бетонного сечения, мм, обеспечивающая по теплоизолирующей способности предел огнестойкости, ч							
		0,25	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Тяжелый бетон с крупным заполнителем из силикатных пород	2350 } 1900 }	30	50	65	80	100	120	140	155
Мелкозернистый песчаный бетон	2350	30	50	65	80	100	120	135	150
Тяжелый бетон с заполнителем из карбонатных пород	2350	30	50	65	80	100	120	135	150
Легкий бетон с крупным заполнителем из керамзита	1600	25	40	53	65	80	95	105	115
Керамзитоперлитобетон	1200 } 750 }	25	40	50	60	75	90	110	105
Легкий бетон с мелким и крупным заполнителем из керамзита	750 }	25	40	50	60	75	90	110	105

Таблица 10

Материалы	Средняя плотность бетона ρ , кг/м ³	Значения параметров A, B, C, D для определения коэффициента теплопроводности, Вт/(м·°C) и удельной теплоемкости, кДж/(кг·°C)				Эксплуатационная массовая влажность, W , %	Приведенный коэффициент температуропровода, a_{red} , м ² /ч
		A	B	C	D		
Тяжелый бетон с крупным заполнителем из силикатных пород	2350	1,20	-	0,71	0,00083	2,5	0,00133
Тяжелый бетон с крупным заполнителем из карбонатных пород	2350	1,14	-	0,71	0,00083	3,0	0,00116
Легкий бетон с крупным заполнителем из керамзита	1600	0,36	0,00012	0,83	0,00042	5,0	0,00734
Керамзитоперлитобетон	1200 } 750 }	0,18	0,00008	0,92	0,00048	6,0	0,000722
Легкий бетон с крупным и мелким заполнителем из керамзита	750 }	0,18	0,00008	0,92	0,00048	6,0	0,000722
Арматурная сталь		65	-0,048	0,44	0,00063	-	-



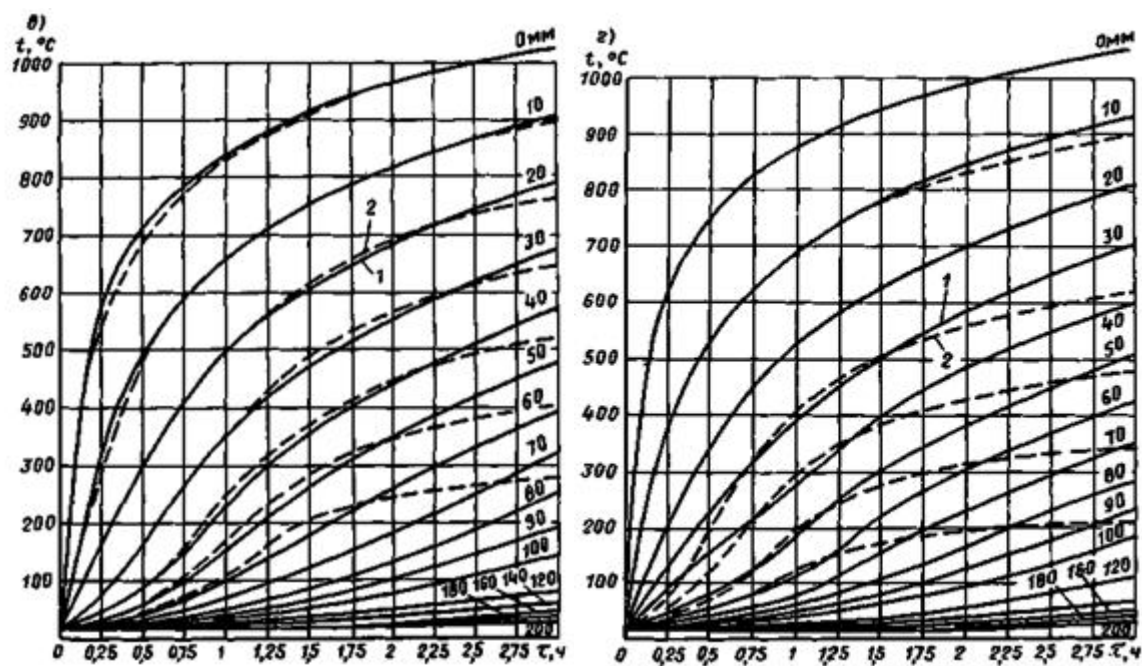


Рис. 1. График зависимости температуры t °C от времени τ в отдельных точках плиты

а - для плит из тяжелого бетона с крупным заполнителем из силикатных пород; *б* - для плит из тяжелого бетона с крупным заполнителем из карбонатных пород; *в* - для плит из легкого бетона с крупным заполнителем из керамзита $\rho = 1600 \text{ кг/м}^3$; *г* - для плит из легкого бетона с мелким и крупным заполнителем из керамзита $\rho = 750 \text{ кг/м}^3$; 1 - кривая для плит толщиной 200 мм; 2 - кривая для плит толщиной 60 мм

ПРИМЕР РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ 3

Дано. Размеры сечения: $b = 1,2$ м (120 см), длина рабочего пролета $l = 5,9$ м (590 см), высота сечения $h = 0,24$ м (24 см), толщина защитного слоя до низа растянутой арматуры $\delta = 0,02$ м (2 см); растянутая арматура класса Ат-V [$R_{sn} = 785$ МПа (8000 кгс/см²) $R_{su} = 785/0,9 = 872$ МПа (8900 кгс/см²)] с площадью поперечного сечения $A_s = 5,34 \cdot 10^{-4}$ м² (2 стержня диаметром 12 мм и 2 - 14 мм); сжатая арматура отсутствует, тяжелый бетон класса В15 [$R_{bn} = 11$ МПа (112 кгс/см²), $R_{bu} = 11/0,83 = 13,25$ МПа (135 кгс/см²)]; нормативная нагрузка $g = 6700$ Па (684 кгс/м²), кратковременные нагрузки от собственного веса $p = 3000$ Па (306 кгс/м²).

Требуется определить. Предел огнестойкости плиты.

Расчет. Поскольку вид заполнителя не задан, то принимаем бетон с большей теплопроводностью: тяжелый бетон с крупным заполнителем из силикатных пород ($p = 2350$ кг/м³).

Предел огнестойкости по теплоизолирующей способности для многпустотных плит перекрытий (п. 3.5) определяем как для плиты сплошного поперечного сечения с приведенной толщиной [формула (9)] $h_{red} = 306/2350 = 0,13$ м (13 см). Из табл. 9 получаем: предел огнестойкости равен 2,25 ч.

Предел огнестойкости по несущей способности для многпустотной плиты перекрытия (п. 2.8) можно принимать как для аналогичной сплошной плиты с коэффициентом 0,9.

Для сплошной плиты перекрытия расчет проводится на основе п. 2.7. Ввиду отсутствия сжатой арматуры используем формулу (3).

Вычисляем входящие в нее величины:
максимальный изгибающий момент

$$M = b(p + g)l^2/8;$$

$$M = \frac{1,2(3000 + 6700) \cdot (5,9)^2}{8} = 5,07 \cdot 10^4 \text{ Н} \cdot \text{м} (5,17 \cdot 10^5 \text{ кг} \cdot \text{с} \cdot \text{см});$$

$$h_0 = 0,24 - 0,02 - 0,006 = 0,214 \text{ м} (21,4 \text{ см}).$$

По формуле (3) найдем

$$\gamma_{max} = \frac{5,07 \cdot 10^4}{0,214 \cdot 872 \cdot 10^6 \cdot 5,34 \cdot 10^4} / (1 - \frac{5,07 \cdot 10^4}{2 \cdot 1,2 \cdot (0,214)^2 \cdot 13,25 \cdot 10^6}) = 0,514 / (1 - 0,0345) = 0,532.$$

По табл. 3 для арматуры класса Ат-V используя интерполяцию, находим

$$t_{cr} = 450 + \frac{0,7 - 0,532}{0,7 - 0,5} 50 = 492^\circ \text{C}.$$

Предел огнестойкости сплошной плиты будет равен времени достижения $t_{cr} = 492^\circ \text{C}$ в растянутой арматуре, которое определим в соответствии с разд. 7.

$$\delta_s = \delta_1 = \delta_2 = 0,02 \text{ м} (2 \text{ см});$$

$$a_s = \frac{2a_1A_1 + 2a_2A_2}{A_s} = \frac{0,012 \cdot 2,26 \cdot 10^{-4} + 0,014 \cdot 3,08 \cdot 10^{-4}}{5,34 \cdot 10^{-4}} = 0,0132 \text{ м} (13,2 \text{ см}),$$

$$\text{где } 2A_{s1} = 2,26 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2, 2A_{s2} = 3,08 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

По формулам (34) и (35) вычисляем x^* и r .

Для тяжелого бетона с $\rho = 2350$ кг/м³ по табл. 11 определим $\varphi_1 = 0,62$, по табл. 12 - $\varphi_2 = 0,5$, по табл. 10 - $a_{red} = 0,00133$ м²/ч

$$x^* = 0,02 + 0,5 \cdot 0,0132 + 0,62 \cdot \sqrt{0,00133} = 0,0492 \text{ м};$$

$$r = 1 - \sqrt{472/1200} = 0,373.$$

Время достижения критической температуры

$$\tau = \frac{1}{12 \cdot 0,00133} \left(\frac{0,0492}{0,373} \right)^2 = 1,1 \text{ ч}.$$

Предел огнестойкости по несущей способности сплошной плиты равен 1,1 ч. В соответствии с п. 2.8 предел огнестойкости по несущей способности многопустотной плиты равен $\tau_u = 1,1 \cdot 0,9 = 1 \text{ ч}$.

Предел огнестойкости плиты равен меньшему из пределов огнестойкости по отдельным признакам (1 ч и 2,25 ч), т.е. 1 ч.

Время достижения $t_{cr} = 492 \text{ }^\circ\text{C}$ на глубине $X = \delta + 0,5d_s = 0,024 + 0,0066 = 0,0266 \text{ м}$ (2,66 см) в соответствии с п. 3.5 можно определить по графику для плиты с крупным заполнителем из силикатных пород (см. рис. 1, а). Получим $\tau = 1,2 \text{ ч}$, что удовлетворительно совпадает с расчетным значением τ .

ЗАДАЧА 1. Многопустотная плита перекрытия, свободно опирающаяся по двум сторонам

Исходные данные

№ п/п	Размеры сечения: $b =$	Длина рабочего пролета $l =$	высота сечения $h =$	толщина защитного слоя до низа растянутой арматуры $\delta =$	растянутая арматура класса Ат-V [$R_{sn} = 785 \text{ МПа}$ (8000 кгс/см ²)] $R_{su} = 785/0,9 = 872 \text{ МПа}$ (8900 кгс/см ²)] с площадью поперечного сечения $A_s =$	сжатая арматура отсутствует, тяжелый бетон класса В15 [$R_{bn} =$	нормативная нагрузка $g =$	кратковременные нагрузки от собственного веса $p =$
1.	1,5 м	5,9 м	0,24 м	0,025 м	$5,34 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ (2 стержня диаметром 12 мм и 2 - 14 мм)	11 МПа $R_{bu} = 11/0,83 = 13,25 \text{ МПа}$	6700 Па	3000 Па
2.	1,2 м	3,9 м	0,24 м	0,02 м	$5,34 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ (2 стержня диаметром 12 мм и 2 - 14 мм)	11 МПа $R_{bu} = 11/0,83 = 13,25 \text{ МПа}$	6700 Па	2000 Па
3.	1,5 м	5,9 м	0,22 м	0,022 м	$5,34 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ (2 стержня диаметром 12 мм и 2 - 14 мм)	11 МПа $R_{bu} = 11/0,83 = 13,25 \text{ МПа}$	6700 Па	1000 Па
4.	1,2 м	5,8 м	0,22 м	0,021 м	$5,34 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ (2 стержня диаметром 12 мм и 2 - 14 мм)	11 МПа $R_{bu} = 11/0,83 = 13,25 \text{ МПа}$	6700 Па	3000 Па

5.	1,5 м	5,7 м	0,22 м	0,022 м	$5,34 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ (2 стержня диаметром 12 мм и 2 - 14 мм)	11 МПа $R_{bu} = 11/0,83 = 13,25 \text{ МПа}$	6700 Па	2000 Па
6.	1,4 м	5,6 м	0,22 м	0,023 м	$5,34 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ (2 стержня диаметром 12 мм и 2 - 14 мм)	11 МПа $R_{bu} = 11/0,83 = 13,25 \text{ МПа}$	6700 Па	1000 Па
7.	1,3 м	5,5 м	0,22 м	0,024 м	$5,34 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ (2 стержня диаметром 12 мм и 2 - 14 мм)	11 МПа $R_{bu} = 11/0,83 = 13,25 \text{ МПа}$	6700 Па	3000 Па
8.	1,2 м	5,4 м	0,22 м	0,025 м	$5,34 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ (2 стержня диаметром 12 мм и 2 - 14 мм)	11 МПа $R_{bu} = 11/0,83 = 13,25 \text{ МПа}$	6700 Па	2000 Па
9.	1,5 м	5,3 м	0,22 м	0,026 м	$5,34 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ (2 стержня диаметром 12 мм и 2 - 14 мм)	11 МПа $R_{bu} = 11/0,83 = 13,25 \text{ МПа}$	6700 Па	1000 Па
10.	1,4 м	5,2 м	0,22 м	0,027 м	$5,34 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ (2 стержня диаметром 12 мм и 2 - 14 мм)	11 МПа $R_{bu} = 11/0,83 = 13,25 \text{ МПа}$	6700 Па	3000 Па
11.	1,3 м	5,1 м	0,22 м	0,028 м	$5,34 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ (2 стержня диаметром 12 мм и 2 - 14 мм)	11 МПа $R_{bu} = 11/0,83 = 13,25 \text{ МПа}$	6390 Па	2000 Па
12.	1,2 м	4,0 м	0,22 м	0,029 м	$5,34 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ (2 стержня диаметром 12 мм и 2 - 14 мм)	11 МПа $R_{bu} = 11/0,83 = 13,25 \text{ МПа}$	6420 Па	1000 Па
13.	1,5 м	4,9 м	0,22 м	0,03 м	$5,34 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ (2 стержня диаметром 12 мм и 2 - 14 мм)	11 МПа $R_{bu} = 11/0,83 = 13,25 \text{ МПа}$	6380 Па	3000 Па

№ п/п	Размеры сечения: $b =$	Длина рабочего пролета $l =$	высота сечения $h =$	толщина защитного слоя до низа растянутой арматуры $\delta =$	растянутая арматура класса Аг-V [$R_{st} = 785 \text{ МПа}$ (8000 кгс/см ²) $R_{su} = 785/0,9 = 872 \text{ МПа}$ (8900 кгс/см ²)] с площадью поперечного сечения $A_s =$	сжатая арматура отсутствует, тяжелый бетон класса В15 [$R_{bt} =$	нормативная нагрузка $g =$	кратковременные нагрузки от собственного веса $p =$
14.	1,4 м	4,8 м	0,22 м	0,03 м	$5,34 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ (2 стержня диаметром 12 мм и 2 - 14 мм)	11 МПа $R_{bt} = 11/0,83 = 13,25 \text{ МПа}$	6700 Па	2000 Па
15.	1,3 м	4,7 м	0,22 м	0,031 м	$5,34 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ (2 стержня диаметром 12 мм и 2 - 14 мм)	11 МПа $R_{bt} = 11/0,83 = 13,25 \text{ МПа}$	6370 Па	1000 Па
16.	1,2 м	4,6 м	0,22 м	0,032 м	$5,34 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ (2 стержня диаметром 12 мм и 2 - 14 мм)	11 МПа $R_{bt} = 11/0,83 = 13,25 \text{ МПа}$	6700 Па	3000 Па
17.	1,5 м	4,5 м	0,22 м	0,033 м	$5,34 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ (2 стержня диаметром 12 мм и 2 - 14 мм)	11 МПа $R_{bt} = 11/0,83 = 13,25 \text{ МПа}$	6700 Па	2000 Па
18.	1,4 м	4,4 м	0,22 м	0,034 м	$5,34 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ (2 стержня диаметром 12 мм и 2 - 14 мм)	11 МПа $R_{bt} = 11/0,83 = 13,25 \text{ МПа}$	6350 Па	1000 Па
19.	1,3 м	4,3 м	0,22 м	0,035 м	$5,34 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ (2 стержня диаметром 12 мм и 2 - 14 мм)	11 МПа $R_{bt} = 11/0,83 = 13,25 \text{ МПа}$	6700 Па	3000 Па
20.	1,2 м	4,2 м	0,22 м	0,036 м	$5,34 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ (2 стержня диаметром 12 мм и 2 - 14 мм)	11 МПа $R_{bt} = 11/0,83 = 13,25 \text{ МПа}$	6300 Па	2000 Па
21.	1,5 м	4,1 м	0,22 м	0,037 м	$5,34 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ (2 стержня диаметром 12 мм и 2 - 14 мм)	11 МПа $R_{bt} = 11/0,83 = 13,25 \text{ МПа}$	6700 Па	1000 Па
22.	1,4 м	4,0 м	0,22 м	0,038 м	$5,34 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ (2 стержня диаметром 12 мм и 2 - 14 мм)	11 МПа $R_{bt} = 11/0,83 = 13,25 \text{ МПа}$	6700 Па	3000 Па
23.	1,3 м	3,9 м	0,22 м	0,039 м	$5,34 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ (2 стержня диаметром 12 мм и 2 - 14 мм)	11 МПа $R_{bt} = 11/0,83 = 13,25 \text{ МПа}$	6400 Па	2000 Па

24.	1,2 м	3,8 м	0,22 м	0,04 м	$5,34 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ (2 стержня диаметром 12 мм и 2 - 14 мм)	11 МПа $R_{bu} = 11/0,83 = 13,25 \text{ МПа}$	6700 Па	1000 Па
25.	1,5 м	3,7 м	0,22 м	0,041 м	$5,34 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ (2 стержня диаметром 12 мм и 2 - 14 мм)	11 МПа $R_{bu} = 11/0,83 = 13,25 \text{ МПа}$	6450 Па	3000 Па
26.	1,4 м	3,6 м	0,22 м	0,042 м	$5,34 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ (2 стержня диаметром 12 мм и 2 - 14 мм)	11 МПа $R_{bu} = 11/0,83 = 13,25 \text{ МПа}$	6700 Па	2000 Па
27.	1,3 м	3,5 м	0,22 м	0,043 м	$5,34 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ (2 стержня диаметром 12 мм и 2 - 14 мм)	11 МПа $R_{bu} = 11/0,83 = 13,25 \text{ МПа}$	6650 Па	1000 Па
28.	1,2 м	3,4 м	0,22 м	0,044 м	$5,34 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2$ (2 стержня диаметром 12 мм и 2 - 14 мм)	11 МПа $R_{bu} = 11/0,83 = 13,25 \text{ МПа}$	6600 Па	3000 Па

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА 4 ЭВАКУАЦИЯ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ

ЭВАКУАЦИЯ ЛЮДЕЙ ПРИ ПОЖАРЕ

Цель работы: Используя противопожарные нормы проектирования ознакомиться с методикой оценки пожаробезопасности зданий и рабочих помещений.

1. Основные теоретические положения.

В соответствии с нормативными документами, в области пожаробезопасности применяются следующие определения и классификация.

Здания и части зданий по функциональной пожарной опасности подразделяются на классы (табл. 1).

Таблица 1 - Классы здания и части зданий по функциональной пожарной опасности

Класс	Принадлежность здания и части зданий
Ф1	гостиницы, жилые дома, детские дошкольные учреждения и т.п., при условии их круглосуточного использования
Ф2	зрелищные и культурно-просветительные учреждения (театры, музеи, библиотеки и др.)
Ф3	предприятия по обслуживанию населения (предприятия торговли, общественного питания, поликлиники и др.)
Ф4	учебные заведения, научные и проектные организации, учреждения управления
Ф5	производственные и складские здания

Здания и сооружения по огнестойкости подразделяются на пять степеней. Степень огнестойкости определяется пределами огнестойкости основных строительных конструкций и пределами распространения огня по этим конструкциям (табл. 2).

Таблица 2 - Минимальные пределы огнестойкости несущих стен и колонн

Степень огнестойкости	Предел огнестойкости (час)
I	2,5
II и III	2
IV	0,5
V	время не нормируется

Производственные здания и сооружения по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности подразделяются на шесть категорий (табл. 3).

Таблица 3 – Категории здания и сооружения по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности

Категории здания и сооружения	Характеристика производств
А и Б	взрывопожароопасные производства
В	пожароопасные производства
Г	производства, имеющие негорючие вещества и материалы в горячем, раскалённом или расплавленном состоянии
Д	производства с негорючими технологическими процессами, где имеются негорючие вещества и материалы в холодном

	состоянии
Е	взрывоопасные производства, где имеются горючие газы и взрывоопасные пыли

Основной задачей при возникновении пожара является обеспечение безопасности людей. Одним из способов, обеспечивающих безопасность людей, является их эвакуация.

Эвакуация - процесс организованного самостоятельного движения людей наружу или в безопасную зону из помещений, в которых имеется возможность воздействия на них опасных факторов пожара, а также несамостоятельного перемещения людей, относящихся к группам населения с ограниченными возможностями передвижения, осуществляемого обслуживающим персоналом.

Эвакуационный путь (путь эвакуации) - путь движения и (или) перемещения людей, ведущий непосредственно наружу или в безопасную зону, удовлетворяющий требованиям безопасной эвакуации при пожаре.

Эвакуационный выход - выход, ведущий на путь эвакуации, непосредственно наружу или в безопасную зону.

Аварийный выход - выход (дверь, люк), ведущий на путь эвакуации, непосредственно наружу или в безопасную зону, который используется как дополнительный выход для спасения людей, но не учитывается при оценке соответствия необходимого количества и размеров эвакуационных путей и выходов условиям безопасной эвакуации людей при пожаре.

Безопасная зона - зона, в которой люди защищены от воздействия опасных факторов пожара или в которой опасные факторы пожара отсутствуют.

Необходимое время эвакуации - время с момента возникновения пожара, в течение которого люди должны эвакуироваться в безопасную зону без причинения вреда их жизни и здоровью в результате воздействия опасных факторов пожара.

Эвакуация осуществляется по путям эвакуации через эвакуационные выходы.

Спасение при пожаре представляет собой вынужденное перемещение людей наружу при воздействии на них опасных факторов пожара или при возникновении непосредственной угрозы этого воздействия. Спасение осуществляется самостоятельно, с помощью пожарных подразделений или специально обученного персонала, в том числе с использованием спасательных средств, через эвакуационные и аварийные выходы.

Важным обстоятельством является правильное определение собственно эвакуационных выходов и эвакуационных путей, поскольку далеко не каждый дверной проем и не каждая лестничная клетка могут считаться таковыми.

Согласно СНиП 21-01-97 выходы считаются эвакуационными, если они ведут:

а) из помещений первого этажа наружу:

- непосредственно;
- через коридор;
- через вестибюль (фойе);
- через лестничную клетку;

- через коридор и вестибюль (фойе);
 - через коридор и лестничную клетку;
- б) из помещений любого этажа, кроме первого:
- непосредственно в лестничную клетку;
 - в коридор, ведущий непосредственно в лестничную клетку;
 - в холл (фойе), имеющий выход непосредственно в лестничную клетку;

в) в соседнее помещение (кроме помещения класса Ф5 категории А или Б) на том же этаже, обеспеченное выходами, указанными в а и б.

В соответствии с пунктом 25 Правил противопожарного режима в РФ, в помещениях с одним эвакуационным выходом не допускается одновременное пребывание более 50 человек.

Не менее 2-х эвакуационных выходов должны иметь этажи зданий следующей классификации:

Ф1.1 (детские сады);

Ф3.3 (вокзалы);

Ф4.1 (школы);

Ф4.2 (профессиональные учебные заведения).

Для зданий других классов, наличие двух эвакуационных выходов зависит от объёма помещений, количества людей и других факторов.

Эвакуационные пути не должны включать лифты и эскалаторы, так как механический привод связан с источником энергии, который при пожаре или аварии может выйти из строя, а также участки, ведущие:

- через коридоры с выходами из лифтовых шахт, через лифтовые холлы и тамбуры перед лифтами, если ограждающие конструкции лифтов, включая двери шахт лифтов, не отвечают требованиям, предъявляемым к противопожарным преградам;
- через «проходные» лестничные клетки, когда площадка лестничной клетки является частью коридора;
- по кровле зданий, за исключением эксплуатируемой кровли специально оборудованного участка кровли;
- по лестницам, соединяющим более двух этажей (ярусов), а также ведущим из подвалов и цокольных этажей, за исключением зданий классов Ф2, Ф3 и Ф4.

Основными параметрами обеспечения эвакуационного процесса являются:

- количество эвакуационных выходов - выходов, ведущих в безопасную при пожаре зону;
- выбор вариантов и протяженности эвакуационных путей, то есть безопасных при эвакуации людей путей, ведущих к эвакуационным выходам;
- геометрические параметры эвакуационных путей и выходов;
- безопасное конструктивное оформление путей и выходов на пути следования людей;

- изоляция (отделение путей эвакуации) от зон и помещений с повышенной пожарной опасностью, возможных путей распространения пожара и его опасных факторов;
- скорость (время) эвакуации людей и обеспечение минимального риска при её проведении.

Объемные самосветящиеся знаки пожарной безопасности с автономным питанием и от электросети, используемые на путях эвакуации (в том числе световые указатели "Эвакуационный (запасный) выход", "Дверь эвакуационного выхода"), должны постоянно находиться в исправном и включенном состоянии. В зрительных, демонстрационных, выставочных и других залах они могут включаться только на время проведения мероприятий с пребыванием людей. Эвакуационное освещение должно включаться автоматически при прекращении электропитания рабочего освещения.

2. Вычисление расчётного времени эвакуации

Расчётное время эвакуации (t_p) из рабочих помещений и зданий определяется как суммарное время движения людского потока на отдельных участках пути по формуле:

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_i, \quad (1)$$

где t_1 – время движения от самого удалённого рабочего места до двери помещения (это расстояние принять равным диагонали помещения L_n);

t_2 – время прохождения дверного проёма помещения;

t_3 – время движения по коридору от двери помещения до лестничного марша;

t_4 – время движения по лестничному маршу;

t_5 – время движения по коридору первого этажа до выходной двери из здания;

t_6 – время прохождения дверного проёма из здания.

Время движения людского потока на отдельных участках вычисляется по формуле:

$$t_i = L_i / V_i, \quad (2)$$

где L_i – длина отдельных участков эвакуационного пути, м (табл. Приложение 2, исходные данные);

V_i – скорость движения людского потока на отдельных участках пути, м/мин.

Скорость движения людского потока (V_i) зависит от плотности людского потока (D_i) на отдельных участках пути и выбирается из табл. 4.

Плотность людского потока (D_i) вычисляется для каждого участка эвакуационного пути по формуле:

$$D_i = (N \cdot f) / (L_i \cdot \delta_i), \quad (3)$$

где N – число людей (табл. Приложение 2, исходные данные);

f – средняя площадь горизонтальной проекции человека (принять $f = 0,1 \text{ м}^2$);

δ_i – ширина i -го участка эвакуационного пути, м (табл. Приложение 2,

исходные данные).

Время прохождения дверного проёма приближённо можно рассчитать по формуле

$$t_{6.} = N / (\delta_{д.п.} \cdot q_{д.п.}), \quad (4)$$

где $\delta_{д.п.}$ – ширина дверного проёма, м (табл. Приложение 2, исходные данные);

$q_{д.п.}$ – пропускная способность 1 м ширины дверного проёма (принимается равной 50 чел./ (м•мин) для дверей шириной менее 1,6 м и 60 чел./ (м•мин) для дверей шириной 1,6 м и более).

Таблица 4 - Зависимость скорости движения от плотности людского потока

Плотность людского потока (D_i)	Скорость движения людского потока (V_i), м/мин	
	на горизонтальном пути	по лестнице вниз
0,01	100	100
0,05	100	100
0,1	80	95
0,2	60	68
0,3	47	52
0,4	40	40
0,5	33	31
0,6	27	24
0,7	23	18
0,8	19	13
0,9 и более	15	8

3. Определение необходимого (нормируемого) времени эвакуации

Необходимое время эвакуации из *помещений* общественных зданий (кинотеатры, столовые, универмаги и др.) - $t_{п.о.з.}$ устанавливается (нормируется) в зависимости от степени огнестойкости здания и объёма помещения (табл. 5). Необходимое время эвакуации из *общественных зданий* - $t_{о.з.}$ устанавливается (нормируется) в зависимости от степени огнестойкости здания (табл. 6).

При нормировании времени эвакуации для производственных зданий промышленных предприятий ($t_{п.п.з.}$) учитывается степень огнестойкости здания, категория производства и этажность здания (табл. 7). Необходимое время эвакуации из рабочих помещений производственных зданий ($t_{п.з.}$) зависит также и от объёма помещения (табл. 8).

Таблица 5 - Необходимое время эвакуации из помещений общественных зданий ($t_{п.о.з.}$)

Помещение		Время эвакуации ($t_{п.о.з.}$), мин, из помещений общественных зданий I и II степени огнестойкости при объёме помещения, тыс. м ³				
Наименование	Обозначение	До 5	10	20	40	60
Зрительные залы (театры и т.п.)	*	1,5	2	2,5	2,5	-

Залы лекционные, собраний, выставочные, столовые и др.	**	2	3	3,5	4	4,5
Торговые залы универмагов.	***	1,5	2	2,5	2,5	-

Примечание. Необходимое время эвакуации людей из помещений III и IV степени огнестойкости уменьшается на 30 %, а из помещений V степени огнестойкости – на 50 %

Таблица 6 - Необходимое время эвакуации из общественных зданий ($t_{0.3.}$)

Степень огнестойкости	Время эвакуации ($t_{0.3.}$), мин
I и II	до 6
III и IV	до 4
V	до 3

Таблица 7 - Необходимое время эвакуации из помещений производственных зданий ($t_{п.п.з.}$)

Категория производства	Время эвакуации ($t_{п.п.з.}$), мин, из помещений производственных зданий I, II и III степени огнестойкости при объёме помещения ($W_{п.}$), тыс. м ³				
	До 15	30	40	50	60 и более
A, Б, Е	0,50	0,75	1	1,50	1,75
В	1,25	2	2	2,50	3
Г, Д	Не ограничивается				

Примечание. Для зданий IV степени огнестойкости необходимое время эвакуации уменьшается на 30 %, а для зданий V степени огнестойкости – на 50 %

Таблица 8 - Необходимое время эвакуации из производственных зданий ($t_{п.з.}$)

Категория производства	Время эвакуации ($t_{п.з.}$) мин, из производственных зданий I, II и III степени огнестойкости
A, Б, Е	до 4
В	до 6
Г, Д	до 8

Примечание. Для зданий IV степени огнестойкости необходимое время эвакуации уменьшается на 30 %, а для зданий V степени огнестойкости – на 50 %

4. Определение расчётного времени эвакуации из рабочего помещения по задымлённости

Расчётное время эвакуации из рабочего помещения по задымлённости определяется по формуле:

$$t_d = (K_{осл} \cdot K_r \cdot W_{п.}) / (V_d \cdot S_{п.г.}), \quad (5)$$

где $K_{осл}$ – допустимый коэффициент ослабления света (принять $K_{осл} = 0,1$);

K_r – коэффициент условий газообмена;

$W_{п.}$ – объём рабочего помещения, м³ (табл. Приложение 2, исходные данные);

V_d – скорость дымообразования с единицы площади горения, м³/(м² * мин);

$S_{п.г.}$ – площадь поверхности горения, м².

Коэффициент условий газообмена определяется по формуле:

$$K_r = S_o / S_{п.}, \quad (6)$$

где S_o - площадь отверстий (проёмов) в ограждающих стенах помещения, m^2 (табл. Приложение 2, исходные данные);

$S_{п.}$ - площадь пола помещения, m^2 (вычислить по исходным данным).

Скорость дымообразования с единицы площади горения определяется по формуле:

$$V_d = K_d \cdot V_r, \quad (7)$$

где K_d - коэффициент состава продуктов горения (для древесноволокнистых плит равен $0,03 \text{ м}^3/\text{кг}$);

V_r - массовая скорость горения (для древесноволокнистых плит принимается равной $10 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{мин})$).

Площадь поверхности горения определяется по формуле:

$$S_{п.г.} = S_{п.п.} \cdot K_{п.г.}, \quad (8)$$

где $S_{п.п.}$ - предполагаемая площадь пожара, m^2 (табл. Приложение 2, исходные данные);

$K_{п.г.}$ — коэффициент поверхности горения (для разлившихся жидкостей и облицовочных плит $K_{п.г.} = 1$).

5. Порядок выполнения работы.

1. По варианту определить исходные данные для выполнения работы (табл. Приложение 2).

2. Вычислить расчётное время эвакуации(t_p) из рабочих помещений и зданий как суммарное время движения людского потока на отдельных участках пути по формуле (1).

Для этого необходимо:

- Рассчитать плотность людского потока для 5 участков эвакуационного пути (D_1, D_2, D_3, D_4, D_5) по формуле(3), используя табл. Приложение 2, исходные данные;
- Выбрать из табл. 4 скорость движения людского потока для 5 участков эвакуационного пути (V_1, V_2, V_3, V_4, V_5);
- Рассчитать время движения людского потока на 5 участках(t_1, t_2, t_3, t_4, t_5) по формуле(2). Длину L_1 принять равным диагонали помещения, длину каждого остального отдельного участка эвакуационного пути взять из табл. Приложение 2, исходные данные;
- Рассчитать времяпрохождения дверного проёма t_6 по формуле(4). Ширину дверного проёма, $\delta_{д.п.}$ см. табл. Приложение 2, исходные данные.
- Вычислить расчётное время эвакуации(t_p) из рабочих помещений и зданий просуммировав время движения шести участков.

3. По соответствующим таблицам 5, 6, 7, 8, используя исходные данные табл. Приложение 2, определить необходимое время эвакуации из здания и рабочего помещения.

4. Сравнить результат вычисленного расчётного времени эвакуации и необходимого времени эвакуации из здания и рабочего помещения. Сделать заключение о соответствии проекта требованиям пожарной безопасности.

5. Предлагается ситуация:

В рабочем помещении, облицованном древесноволокнистыми плитами (или имеющем перегородки из них), произошло возгорание. Площадь пожара, при горении облицовочных плит, приведена в исходных данных (табл. Прилож. 2).

Необходимо рассчитать время (t_d), необходимое для эвакуации людей из горящего помещения с учётом задымлённости по формуле (5). Для этого предварительно вычислить необходимые параметры по формулам (6,7,8).

Сравнить расчётное время эвакуации по задымлённости из рабочего помещения, полученное по формуле (5) с расчётным временем эвакуации людей из рабочего помещения, полученным по формуле (1) и с необходимым (нормируемым) временем эвакуации из рабочего помещения (табл. 5 или 7). Сделать заключение о соответствии проекта требованиям пожарной безопасности

6. Сделай общий вывод о пожаробезопасности здания и рабочего помещения. В случае несоответствия нормируемым требованиям пожаробезопасности предложить мероприятия по реконструкции строительного проекта и организации работ в рабочем помещении.

Например: *Исходя из проделанных расчетов, можно сделать вывод, что строительный проект нормам пожарной безопасности не соответствует. Можно рекомендовать*

- *увеличить количество эвакуационных выходов в рабочем помещении и здании,*
- *увеличить ширину дверных проемов на выходе из рабочего помещения и из здания,*
- *уменьшить число людей, которое планируется разместить в здании,*
- *расширить лестничные проемы.*

7. Ответить на вопросы тест-задания (Приложение 1).

6. Содержание отчета.

1. Исходные данные для выполнения работы.
2. Вычисление расчётного времени эвакуации(t_p) из рабочих помещений и зданий.
3. Определение необходимого времени эвакуации из здания и рабочего помещения.
4. Вычисление времени(t_d), необходимого для эвакуации людей из горящего помещения с учётом задымлённости
5. Заключение о соответствии проекта требованиям пожарной безопасности, общий вывод о пожаробезопасности здания и рабочего помещения.
6. Ответы на тест-задание.

Литература

1. Куликов О.Н., Ролин Е.И. Охрана труда при производстве сварочных работ. - М.: Изд. Центр "Академия", , 2009.
2. Колганов Л.А. Сварочные работы. – М.: «Дашков и К0», 2008.

3. СНиП 21-01-97. Пожарная безопасность зданий и сооружений.
4. СНиП 2.09.02-85*. Производственные здания.
5. СНиП II-2-80. Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений.

Перечень вопросов тест-задания

1. В какое время на путях эвакуации должны включаться объемные самосветящиеся знаки пожарной безопасности?
 - А) Они должны быть постоянно включены;
 - Б) По окончании рабочего дня;
 - В) В случае возникшего пожара;
 - Г) В 15 часов в зимнее время и в 18 часов в летнее время года.
2. В каких единицах измерения времени устанавливается предел огнестойкости строительных конструкций по времени?
 - А) В секундах;
 - Б) В минутах;
 - В) В часах;
 - Г) В сутках.
3. Сколько эвакуационных выходов должны иметь помещения, предназначенные для одновременного пребывания 70 человек?
 - А) Минимум три выхода;
 - Б) Нормативными документами не регламентируется;
 - В) Не менее двух;
 - Г) Достаточно одного.
4. Сколько эвакуационных выходов должны иметь помещения, предназначенные для одновременного пребывания 40 человек?
 - А) Минимум три выхода;
 - Б) Нормативными документами не регламентируется;
 - В) Не менее двух;
 - Г) Достаточно одного.
5. Сколько эвакуационных выходов должны иметь помещения, предназначенные для одновременного пребывания 170 человек?
 - А) Минимум три выхода;
 - Б) Нормативными документами не регламентируется;
 - В) Не менее двух;
 - Г) Достаточно одного.
6. Сколько эвакуационных выходов должны иметь помещения детских садов?
 - А) Минимум три выхода;
 - Б) Нормативными документами не регламентируется;
 - В) Не менее двух;
 - Г) Достаточно одного.
7. Сколько эвакуационных выходов должны иметь помещение вокзала?
 - А) Минимум три выхода;
 - Б) Нормативными документами не регламентируется;
 - В) Не менее двух;
 - Г) Достаточно одного.
8. Сколько эвакуационных выходов должны иметь помещения колледжа?
 - А) Минимум три выхода;
 - Б) Нормативными документами не регламентируется;
 - В) Не менее двух;
 - Г) Достаточно одного.
9. Сколько эвакуационных выходов должны иметь помещения школы?
 - А) Минимум три выхода;
 - Б) Нормативными документами не регламентируется;
 - В) Не менее двух;
 - Г) Достаточно одного.
10. На какие категории по взрывопожарной и пожарной опасности подразделяются помещения производственного и складского назначения?
 - А) не подразделяют;
 - Б) Ф1, Ф2, Ф3, Ф4, Ф5;
 - В) I, II, III, IV, V;
 - Г) А, Б, В, Г, Д, Е

- 11. На какие классы по функциональной пожарной опасности подразделяются здания и части зданий?**
А) не подразделяют;
Б) Ф1, Ф2, Ф3, Ф4, Ф5;
В) I, II, III, IV, V;
Г) А, Б, В, Г, Д, Е
- 12. На какие степени по огнестойкости подразделяются здания и сооружения?**
А) не подразделяют;
Б) Ф1, Ф2, Ф3, Ф4, Ф5;
В) I, II, III, IV, V;
Г) А, Б, В, Г, Д, Е
- 13. Путь движения людей, ведущий непосредственно наружу или в безопасную зону носит название**
А) аварийный выход;
Б) эвакуационный выход;
В) эвакуационный путь;
Г) безопасная зона.
- 14. Выход, ведущий на путь эвакуации, непосредственно наружу или в безопасную зону носит название**
А) аварийный выход;
Б) эвакуационный выход;
В) эвакуационный путь;
Г) безопасная зона.
- 15. Выход ведущий на путь эвакуации, непосредственно наружу или в безопасную зону, который используется как дополнительный выход для спасения людей носит название**
А) аварийный выход;
Б) эвакуационный выход;
В) эвакуационный путь;
Г) безопасная зона.
- 16. Место, в которой люди защищены от воздействия опасных факторов пожара или в которой опасные факторы пожара отсутствуют носит название**
А) аварийный выход;
Б) эвакуационный выход;
В) эвакуационный путь;
Г) безопасная зона.
- 17. Укажите выходы, которые согласно СНиП 21-01-97 считаются эвакуационными.**
А) из помещений верхних этажей на лифте;
Б) из помещений первого этажа через коридор наружу;
В) из помещений любого этажа, кроме первого непосредственно в лестничную клетку;
Г) по стационарной крыше зданий.
- 18. Укажите выходы, которые согласно СНиП 21-01-97 считаются эвакуационными.**
А) в соседнее помещение на том же этаже, обеспеченное эвакуационными выходами;
Б) из помещений верхних этажей на лифте;
В) по стационарной крыше зданий;
Г) из помещений первого этажа через фойе наружу.
- 19. Укажите выходы, которые нельзя применять как эвакуационные.**
А) в соседнее помещение на том же этаже, обеспеченное эвакуационными выходами;
Б) из помещений верхних этажей на лифте;
В) по стационарной крыше зданий;
Г) из помещений первого этажа через фойе наружу.
- 20. Укажите рекомендации в случае несоответствия строительного проекта нормам пожарной безопасности.**
А) изменить нормативы необходимого времени эвакуации из помещений зданий;
Б) увеличить ширину дверных проемов на выходе из рабочего помещения и из здания;
В) уменьшить лестничные проемы;
Г) увеличить количество эвакуационных выходов в рабочем помещении и здании.

Приложение 2.

Таблица - Исходные данные

Вариант	Здание производственное (П); общественное (О)	Категория производства	Степень огнестойкости	Рабочее помещение					Количество людей (N), чел	Ширина дверей ($\delta_{д.п.}$):		Коридоры		Лестницы		Площадь пожара ($S_{п.п.}$), м ²	Номера вопросов тест-задания
				обозначение помещения (для табл. 5)	длина, м	ширина, м	объём (W_p), тыс. м	площадь отверстий в стенах, м ²		из рабочего помещения, м	из здания, м	суммарная длина (L_k)	при одной ширине (δ_k), м	суммарная длина ($L_{л.}$), м	при одной ширине ($\delta_{л.}$)		
1	П	Б	I	-	15	10	0,4	6	500	1,4	1,8	40	3,0	15	2,0	8	1,5,8,10,20
2	О	-	IV	**	25	20	2,5	25	1400	2,8	3,0	55	2,8	14	1,4	15	2,6,11,15,19
3	П	В	II	-	80	40	25,1	110	3600	4,2	4,2	120	4,0	12	2,0	25	3,7,12,16,18
4	О	-	I	*	30	20	3	36	2500	2,2	1,8	35	2,5	10	2,2	20	4,9,13,17,20
5	П	А	II	-	35	10	1,4	16	600	1,5	2,2	30	3,2	10	3,0	18	5,7,13,17,19
6	О	-	V	***	60	35	9,8	65	8500	3,5	2,0	25	2,0	8	2,4	35	1,6,12,17,20
7	П	Е	IV	-	90	50	31	115	4300	1,6	1,4	65	2,2	15	1,8	24	2,7,13,15,18
8	О	-	III	**	10	5	0,2	3	100	2,0	2,4	70	2,0	14	1,5	6	3,9,12,14,17
9	П	В	III	-	20	10	0,7	10	400	1,4	1,5	15	1,5	12	2,0	12	4,6,11,16,19
10	О	В	V	*	30	10	1,5	12	500	2,8	1,6	80	4,0	10	1,4	18	1,3,7,10,15
11	П	-	II	-	30	10	25,1	6	600	1,4	3,0	35	3,0	25	1,5	20	2,5,13,16,18
12	О	Е	V	**	35	35	3	25	8500	2,8	4,2	30	2,8	30	1,8	18	3,6,14,17,20
13	П	-	IV	-	60	50	1,4	110	4300	4,2	1,8	25	4,0	20	2,0	35	4,7,12,15,19
14	О	В	I	***	90	5	0,4	36	100	2,2	2,2	65	2,5	15	2,2	24	1,5,7,10,17
15	П	В	IV	-	15	40	2,5	16	400	2,0	2,0	15	3,2	8	3,0	6	2,4,11,13,16
16	О	Б	II	**	25	20	25,1	65	500	1,4	1,4	80	2,0	15	2,4	35	3,5,9,12,15
17	П	-	I	-	80	10	3	115	1400	2,8	2,4	100	2,2	14	1,8	24	4,8,14,17,20
18	О	В	II	*	30	35	1,8	3	3600	1,4	1,8	40	2,0	12	1,5	6	5,7,10,15,17
19	П	-	V	-	35	50	9,8	10	2500	1,6	3,0	55	1,5	10	2,0	12	6,8,11,13,19
20	О	А	IV	**	60	5	31	12	600	2,0	1,4	120	4,0	25	1,4	8	1,3,9,12,18
21	П	-	III	-	90	10	0,2	65	8500	1,4	2,4	35	3,0	30	1,5	15	2,4,10,11,16
22	О	Е	III	***	10	20	0,7	115	4300	2,8	1,5	30	2,8	25	1,8	25	3,7,13,14,20
23	П	-	V	-	20	40	1,5	3	100	1,4	1,6	25	4,0	30	1,8	20	4,8,12,15,19
24	О	В	I	**	30	20	22	10	400	2,8	3,0	65	2,5	20	1,5	18	1,4,9,11,17
25	П	В	IV	-	15	10	6,6	55	500	4,2	4,2	70	3,2	15	2,0	35	4,9,13,17,20

Библиографический список

1 Основная литература

1. Фёдоров, В.С. Основы обеспечения пожарной безопасности зданий: Учебное пособие. / В.С. Фёдоров - М.: АСВ, 2004. - 176 с. - ISBN 5-93093-264-6
2. Фёдоров, В.С. Огнестойкость и пожарная опасность строительных конструкций. / В.С. Фёдоров, В.Е. Левитеский, И.С. Молчадский, А.В. Александров А.В. - М.: АСВ. 2009. - 408 с. - ISBN 978-5-93093-641-4
3. Рекомендации по расчету пределов огнестойкости бетонных и железобетонных конструкций (НИИЖБ) Госстроя СССР - М.: Москва Стройиздат 1986

2 Дополнительная литература

1. Собурь, С.В. Огнезащита строительных материалов и конструкций: Справочник / Ред. В.И. Кузнецов. — 2-е изд., доп. (с изм.). — М.: Спецтехника, 2000. — 112 с..
2. Российская Федерация. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности : федер. закон РФ от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ : принят Гос. Думой 4 июля 2008 г. : одобрен Советом Федерации 11 июля 2008 г. — М.: Стандартинформ, 2008. — 92 с.

3 Периодические издания

1. Пожаровзрывобезопасность. — Выходит 6 раз в год.
1. Пожарная безопасность в строительстве. — Выходит 6 раз в год.

4 Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

- <http://djvu-inf.narod.ru/tslib.htm> DjVu БИБЛИОТЕКИ - Строительство и инженерные системы
- <http://publ.lib.ru/> Универсальная библиотека, портал создателей электронных книг, авторов произведений и переводов
- <http://diminex.ru/> Строительство-библиотека строительства
- <http://www.lib.tsu.ru> — научная библиотека Томского государственного университета.