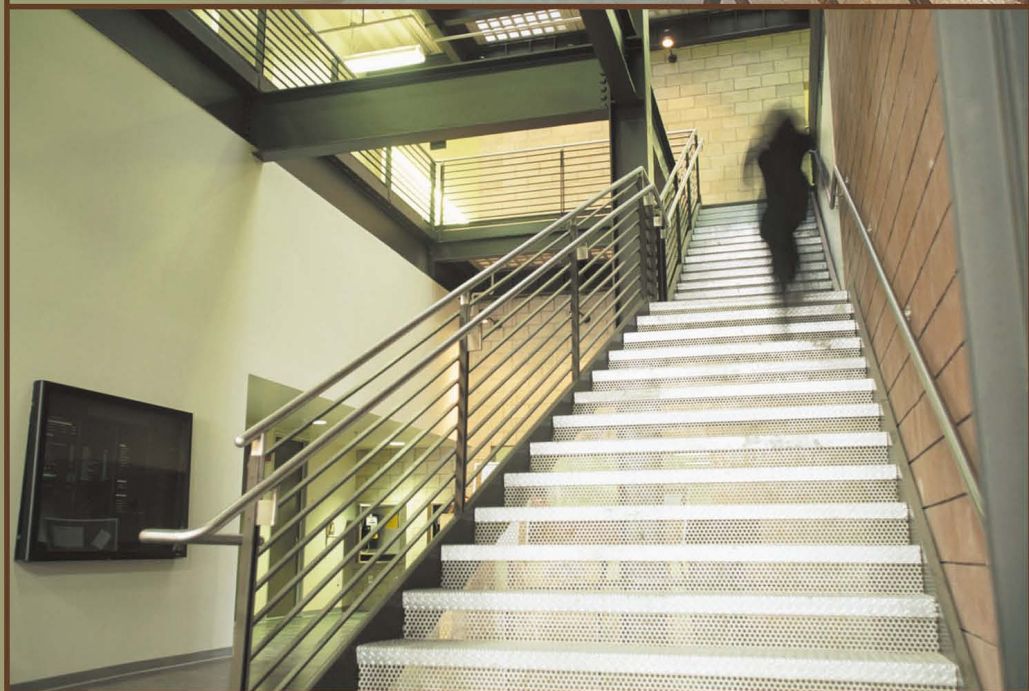


А.Н. Малахова

Д.В. Морозова

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ И МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЛЕСТНИЦ



А.Н. Малахова, Д.В. Морозова

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ И
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЛЕСТНИЦ**



Издательство Ассоциации строительных вузов
Москва 2011

Рецензенты:

профессор кафедры железобетонных и каменных конструкций МГСУ,
кандидат технических наук *А.И. Бедов*;
главный инженер ЗАО «Алграф», кандидат технических наук *А.Н. Котик*.

Малахова А.Н., Морозова Д.В.

Проектирование железобетонных и металлических лестниц / Учебное пособие: – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2011.– 168 с.

ISBN 978-5-93093-550-9

В учебном пособии рассматриваются вопросы подбора, расчета и конструирования железобетонных и металлических лестниц. Описывается подбор по строительному каталогу сборных элементов лестниц. Приведены компоновочные схемы и номенклатура типовых металлических лестниц. Содержатся алгоритмы расчета и примеры армирования монолитных железобетонных лестниц, а также алгоритмы расчета и примеры конструирования металлических лестниц. Затронуты вопросы обеспечения долговечности железобетонных лестниц и даны рекомендации по использованию лакокрасочных материалов и огнезащитных покрытий для металлических лестниц. Показан расчет монолитных железобетонных лестниц с использованием программного комплекса ЛИРА.

ISBN 978-5-93093-550-9

© Малахова А.Н., Морозова Д.В., 2011
© Издательство АСВ, 2011

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	4
ГЛАВА 1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЛЕСТНИЦ	5
1.1. Конструктивные решения железобетонных лестниц	5
1.2. Лестницы из мелкогабаритных железобетонных элементов.....	12
1.3. Лестницы из крупногабаритных железобетонных элементов.....	35
1.4. Монолитные железобетонные лестницы.....	76
1.5. Сборно-монолитные лестницы.....	92
1.6. Обеспечение долговечности железобетонных лестниц	94
ГЛАВА 2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЛЕСТНИЦ	99
2.1. Примеры расчета металлических лестниц	99
2.2. Конструирование металлических лестниц	110
2.3. Компоновочные схемы типовых металлических лестниц, площадок и их номенклатура.....	129
2.4. Рекомендуемые лакокрасочные материалы и огнезащитные покрытия для стальных строительных конструкций	139
ПРИЛОЖЕНИЕ К ГЛАВЕ 1	145
ПРИЛОЖЕНИЯ К ГЛАВЕ 2	149
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	166

ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемое учебное пособие предназначено для студентов строительных вузов, обучающихся по специальности 2903 (270100) «Промышленное и гражданское строительство» при выполнении ими дипломных и курсовых проектов по дисциплинам «Архитектура гражданских, промышленных зданий и сооружений», «Железобетонные и каменные конструкции», «Металлические конструкции». Оно может быть полезным для студентов других строительных специальностей, а также для работников проектных и строительных организаций в их практической деятельности.

Учебное пособие посвящено подбору, расчету и конструированию железобетонных и металлических лестниц. Несмотря на необходимость проектирования лестниц для большинства зданий, в учебно-методической литературе подбору, расчету и конструированию железобетонных и металлических лестниц уделено недостаточное внимание. При проектировании лестниц в составе курсовых и дипломных проектов студенты сталкиваются с нехваткой справочного материала, примеров конструктивных решений лестниц, а также примеров расчета железобетонных и металлических конструкций применительно к конструктивным элементам лестниц. Поэтому при написании учебного пособия ставилась задача развития и конкретизации узкой темы дисциплин конструкторского направления – проектирование железобетонных и металлических лестниц.

Учебное пособие содержит большой объем иллюстраций, которые представляют собой переработанные чертежи конструктивных элементов и лестниц в целом, приведенные в нормативной литературе по строительству (ГОСТах, сериях строительного каталога СК-3), в типовых проектах строительного каталога СК-2, а также выполненные в рамках конкретных проектов, в том числе авторами учебного пособия.

Адаптация строительных чертежей к задачам учебного процесса при изучении студентами дисциплин конструкторского направления предполагает построение иллюстраций таким образом, чтобы, с одной стороны, они были выполнены в соответствии с нормативными требованиями к выполнению архитектурно-строительных чертежей, с другой стороны, содержали минимально достаточную информацию для изучения подходов и особенностей проектирования строительных конструкций, в частности конструктивных элементов лестниц. Надо отметить, что с появлением графических редакторов упростилось выполнение иллюстраций учебно-методической литературы столь важных для дисциплин конструкторского направления.

Учебное пособие написано преподавателями кафедры архитектурно-строительного проектирования МГСУ (предисловие и глава 1 – профессором кафедры, к.т.н. А.Н. Малаховой, глава 2 – доцентом кафедры, к.т.н. Д.В. Морозовой). Подготовка графического материала главы 2 выполнена при участии инженера А.М. Лягашкина.

ГЛАВА 1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЛЕСТНИЦ

1.1. Конструктивные решения железобетонных лестниц

По конструктивному решению железобетонные лестницы можно разделить на следующие типы:

- лестницы из мелкогабаритных железобетонных элементов;
- лестницы из крупногабаритных железобетонных элементов;
- монолитные железобетонные лестницы;
- сборно-монолитные лестницы.

В параграфах 1.2–1.5 рассматривается конструктивное решение лестниц перечисленных типов.

Проектирование лестницы начинается с ее компоновки, в результате которой вычерчивается компоновочный чертеж или схема расположения элементов лестницы.

На *рис. 1.1.1* представлен компоновочный чертеж лестницы из сборных железобетонных элементов двухэтажного здания с кирпичными стенами.

Конструктивно лестница включает в себя три марша и три площадки. Нижний марш набран из мелкогабаритных ступеней, которые уложены по кирпичным стенкам толщиной 250 мм. Остальные два марша являются сборными крупногабаритными элементами. Причем верхний марш опирается на опорные ребра сборных крупногабаритных площадок, а промежуточный марш – на опорное ребро сборной крупногабаритной площадки и сборные балки, которые, в свою очередь, уложены на кирпичные стенки.

Стены лестничной клетки имеют в плане криволинейные участки, что приводит к необходимости иметь в составе промежуточной площадки на отм. +2,080 криволинейный участок из монолитного железобетона. Из монолитного железобетона выполнена также промежуточная площадка лестницы на отм. +0,720.

Как показано на разрезах 1-1 и 3-3 (*см. рис. 1.1.1*), верхняя площадка лестницы стыкуется со сборными многослойными плитами перекрытия второго этажа здания. Толщина плиты перекрытия и высота ребра лестничной площадки со стороны плиты перекрытия равны 220 мм. При этом верхняя лицевая поверхность лестничной площадки имеет полную заводскую готовность, в то время как по плитам перекрытия устраивается пол из керамической плитки на плиточном клее. Толщина пола составляет 30 мм. Этим обстоятельством объясняется разность отметок пола коридора и верхней площадки лестницы.

При выполнении схемы расположения элементов, в том числе элементов лестниц и спецификаций сборных железобетонных элементов к схемам руководствуются указаниями нормативных документов системы проектной документации в строительстве, а именно ГОСТ 21.101 «Основные требования к проектной и рабочей документации» [1] и ГОСТ 21.501 «Правила выполнения архитектурно-строительных чертежей» [2].

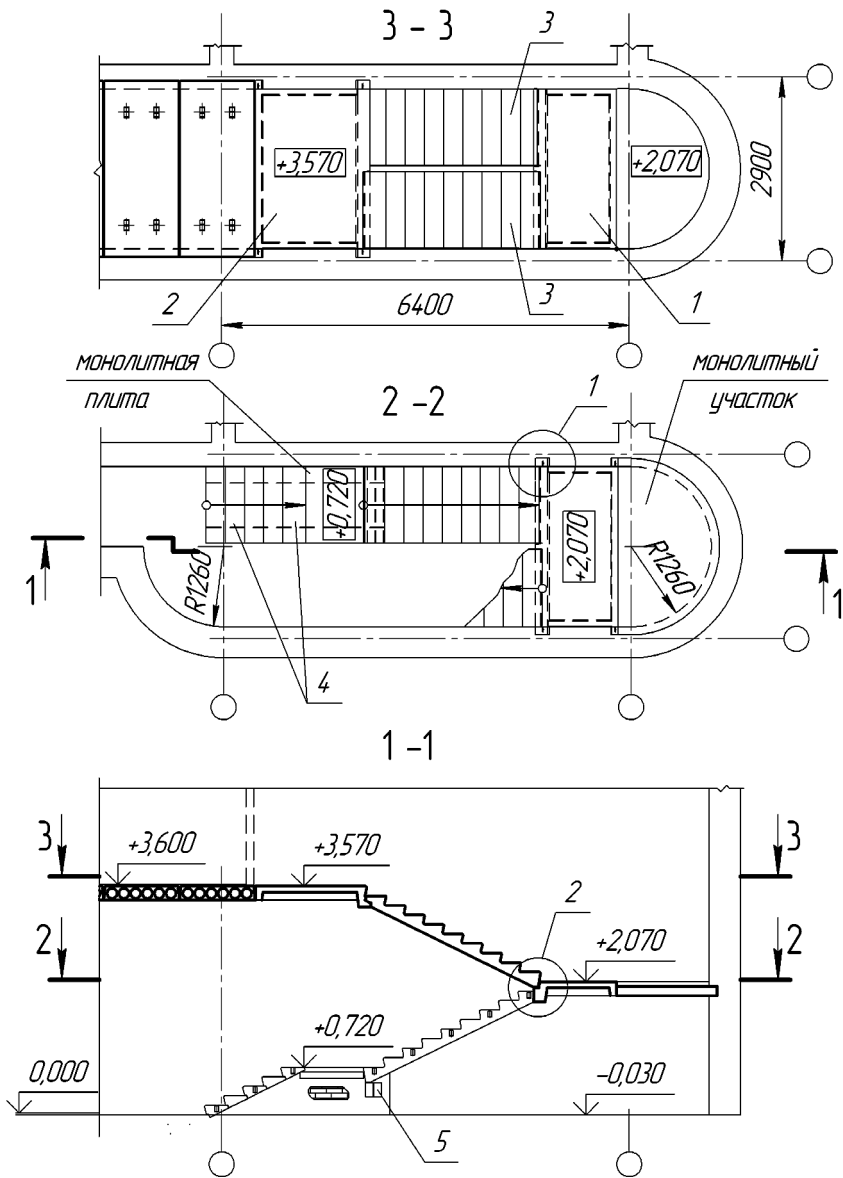


Рис. 1.1.1. Конструктивное решение лестницы из сборных элементов двухэтажного здания с кирпичными стенами (узлы 1, 2 приведены на рисунке 1.1.2)

Схемы расположения конструктивных элементов лестниц выполняются в виде планов и разрезов таким образом, чтобы на них были нанесены позиции всех конструктивных элементов. Конструкции на схемах могут

иметь упрощенное изображение. Особенно это относится к металлическим элементам лестниц: несущим металлическим балкам и ограждению лестниц. Они могут не показываться на всех планах, разрезах, но они также маркируются, и для них составляется отдельная спецификация. На *рис. 1.1.1* ограждения лестниц условно не показаны.

На схему расположения конструктивных элементов наносятся:

- координатные оси здания в пределах лестничной клетки; размеры, определяющие расстояние между ними; другие необходимые размеры (например, на *рис. 1.1.1* радиусы криволинейных участков стен лестничной клетки);

- отметки лестничных площадок;
- позиции (марки) конструкций, составляющих схему расположения;
- обозначение узлов и фрагментов (*см. рис. 1.1.1 и 1.1.2*);
- данные о допустимых монтажных нагрузках (могут быть помещены в спецификацию конструктивных элементов).

Спецификация включает в себя шесть граф. В спецификации указываются:

- в графе «Поз.» – позиция конструктивного элемента по схемам расположения конструктивных элементов лестницы;
- в графе «Обозначение» – обозначение основных документов на записываемые в спецификацию конструктивные элементы (ГОСТ, серия СК-3);
- в графе «Наименование» – марка конструкции по указанной в предыдущей графе документации;
- в графе «Примечание» – дополнительные сведения, например, класс бетона конструкции.

Строки и столбцы спецификации-таблицы имеют вполне определенные размеры: ширина столбцов 15, 60, 65, 10, 15, 20 (ширина таблицы 185 мм), высота строки заголовка – 15 мм, другие строки таблицы должны иметь высоту 8 мм.

В *табл. 1.1.1* показан пример заполнения спецификации элементов сборных конструкций. Кроме этого раздела при проектировании лестницы в сборном исполнении спецификация включает в себя разделы: монолитные участки и стальные и другие изделия.

Таблица 1.1.1

Спецификация сборных железобетонных конструкций лестницы					
Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса, т	Примечание
1	СК-3, серия 1.152.1-8, в.1	2ЛП25.13-4	1	1,15	B15
2	СК-3, серия 1.152.1-8, в.1	2ЛП25.19-4	1	1,53	B15
3	СК-3, серия 1.151.1-6, в.1	ЛМ30,12,15-4	2	1,70	B15
4	ГОСТ 8717	ЛС12	5	0,128	B25
5	ГОСТ 948-84	ЗПБ16-37	2	0,102	B15

Верхняя лестничная площадка (отм. +33,330) опирается на плиту покрытия (отм.+32,950), промежуточная лестничная площадка (отм.+31,790) сопрягается с пересекающимися внутренними несущими стенами здания.

Показанный на *рис. 1.1.3* фрагмент монолитной железобетонной лестницы является отдельным элементом, для которого выполняется схема армирования. Таким элементам присваиваются позиционные обозначения или марки. В данном случае присвоена марка ЛМ1. Элемент лестницы марки ЛМ1 включает в себя две площадки и марш. На *рис. 1.1.3* приведены опалубочные размеры (а) и показана схема армирования (б) элемента лестницы этой марки.

На схему армирования монолитных железобетонных конструкций наносятся:

- координатные оси здания;
- отметки лестничных площадок (дополнительные отметки; например, могут указываться отметки перекрытий здания);
- контуры конструкций;
- позиции (марки) арматурных и закладных изделий, составляющих схему армирования;
- обозначение узлов и фрагментов;
- размеры, определяющие положение арматурных и закладных изделий, а также толщину защитного слоя бетона

Арматурные изделия, составляющие схему армирования марки лестницы ЛМ1, включают в себя каркасы К1 (шт.7), объединенные в пределах верхней площадки отдельными стержнями ОС1, в пределах марша отдельными стержнями ОС2. Нижняя площадка армируется сетками С3 и С4. Для армирования ступеней применены сетки С1 (шт.6) и С2.

Сопряжение отдельных фрагментов монолитной лестницы марок ЛМ1 и ЛМ2 достигается путем заведения арматуры (каркасов) фрагмента лестницы марки ЛМ2 в пространство между сетками С3 и С3 (нижняя площадка марки ЛМ1) на длину анкеровки (l_{an}).

Для простых деталей армирования (марки ОС1, ОС2, С1-С4) чертежи не выполняются, а все необходимые данные для их изготовления приводятся в спецификации. Причем в спецификации описание сеток приводится в стандартном виде, рекомендованным ГОСТ 23279[4].

Условное обозначение сварных сеток по ГОСТ 23279 имеет следующий вид (см. ПРИЛОЖЕНИЕ к гл.1, табл. П.4):

$$nC \frac{d-S}{d_1-S_1} b \times l \frac{a}{a_1},$$

где: n – тип сетки (1...5) по ГОСТ 23279. При разработке сетки в проекте n в условном обозначении отсутствует; C – буквенное обозначение наименования сварной сетки (с добавлением для рулонной сетки индекса "р" – С p). Цифра, следующая после буквенного обозначения, указывает на по-

рядковый номер сетки в составе схемы армирования железобетонных конструкций (С1-С4); d , d_1 – диаметр продольных и поперечных стержней с указанием класса арматурной стали; S , S_1 – шаг продольных и поперечных стержней сетки в мм; b , l – соответственно длина и ширина сетки в см; a , a_1 – длина выпусков продольных и поперечных стержней сетки в мм. Длина стандартных выпусков (25 мм) не указывается.

Для сложных арматурных изделий выполняются чертежи (см. рис. 1.1.3, б). На конкретном чертеже указываются позиции стержней, составляющих арматурное изделие. Также указываются размеры, дополняющие сведения о стержнях, приведенные в спецификации арматурного изделия и достаточные для его изготовления.

Спецификация арматурных изделий включает в себя шесть граф. В спецификации указываются: марка изделия (с указанием количества изделий этой марки на схеме армирования); позиция стержней, составляющих арматурное изделие; количество стержней каждой позиции; масса стержней для каждой позиции и для изделия в целом, в том числе с учетом всех изделий этой марки. В графе «Наименование» указываются диаметр, класс и длина стержней позиций в мм.

Строки и столбцы спецификации-таблицы имеют вполне определенные размеры: ширина столбцов 15, 10, 60, 10, 15, 15 (ширина таблицы 125 мм), высота строки заголовка – 15 мм, другие строки таблицы должны иметь высоту 8 мм.

Пример заполнения спецификации арматурного каркаса К1 приведен в табл. 1.1.2.

Таблица 1.1.2

Спецификация арматурного каркаса К1					
Марка изделия	Поз.	Наименование	Кол.	Масса позиции, кг	Масса изделия, кг
К1 (шт.7)	1	Ø8A400, $l = 3730$	1	1,47	2,65 (18,55)
	2	Ø6A400, $l = 3740$	1	0,82	
	3	Ø5B500, $l = 130$	18	0,36	

Общая спецификация лестницы в монолитном исполнении составляет по форме табл. 1.1.1. Она содержит разделы, отражающие деление монолитной конструкции лестницы на отдельные марки (ЛМ1, ЛМ2).

Каждый раздел спецификации монолитной лестницы состоит из подразделов: сборные единицы (каркасы объемные), детали (каркасы плоские, сетки, изделия закладные, составляющие объемные каркасы), стандартные изделия и материалы (обычно вид, класс и объем бетона)

1.2. Лестницы из мелкоразмерных железобетонных элементов

Лестницы из мелкоразмерных железобетонных элементов можно подразделить на лестницы:

- по несущим металлическим балкам;
- по несущим железобетонным балкам;
- висячие.

Лестницы из мелкоразмерных элементов по металлическим балкам достаточно широко используются при проектировании зданий. Прежде всего для лестниц в нестандартном исполнении, а также при проведении реконструкции зданий. Конструкция таких лестниц состоит из несущих металлических балок (косоуров), по которым укладываются ступени, образующие лестничные марши, и плоских плит площадок, которые, в свою очередь, также опираются на металлические балки. В зависимости от местоположения несущих стен лестничной клетки или ригелей (в каркасных зданиях) предусматриваются два варианта конструктивного решения несущих металлических балок, отличающихся конфигурацией косоура (простой или гнутый). Гнутый косоур кроме наклонного участка, равного длине марша, имеет два горизонтальных участка, предназначенных для опирания площадочных плит. В другом варианте конструктивного решения простой косоур опирается на площадочные балки.

Расчет и конструирование несущих металлических балок и лестнично-го ограждения приведены в главе 2.

Железобетонные ступени лестниц разработаны в ГОСТ 8717 [5]. Кроме того, имеются разработки железобетонных ступеней в рамках отдельных серий Общероссийского строительного каталога СК-3. Например, серия 1.255.1-1 включает в себя чертежи плоских железобетонных ступеней длиной 150 и 210 см для наружных крылец общественных зданий [6]. Сведения о производителях железобетонных ступеней в Московском регионе имеются в МТСК – Московском территориальном строительном каталоге [7]. Рабочая документация для изготовления сборных железобетонных элементов наборных лестниц разрабатывается также отдельными организациями строительного комплекса. Так, для капитального ремонта жилых домов была разработана рабочая документация лестниц из мелкоразмерных железобетонных элементов (ступеней, плоских элементов площадок) по металлическим косоурам с двумя вариантами конфигурации косоуров – простым и гнутым [8].

Исходные данные для подбора сборных железобетонных ступеней по ГОСТ 8717 формируются на основе планов и разрезов по лестницам проектируемого здания, с учетом назначения здания, выбранного вида отделки верхних поверхностей ступеней и способа крепления ограждений.

Набор лестничного марша выполняется из ступеней трех типов: *ЛС* – основная, *ЛСВ* – верхняя фризовая, *ЛСН* – нижняя фризовая. Кроме того, на верхней площадке устанавливается площадочный вкладыш (*ЛСП*).

Учебное пособие

Анна Николаевна **Малахова**
Дина Владимировна **Морозова**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ И
МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ЛЕСТНИЦ**

Компьютерная верстка: *Е.В. Орлов*
Редактор: *В.Ш. Мерзлякова*
Дизайн обложки: *Н.С. Романова*

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98.
Подписано к печати 28.02.11. Формат 60х90/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.

Усл. 10,5 п.л. Тираж 500 экз. Заказ №

Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ)
129337, Москва, Ярославское шоссе, 26, отдел реализации – оф. 511
тел., факс: (495)183-56-83, e-mail: iasv@mgsu.ru, <http://www.iasv.ru/>