

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ И КАДРОВ

Учреждение образования  
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

Кафедра сельского строительства и обустройства территорий

*А. А. Константинов*

**ГРАЖДАНСКИЕ  
И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ  
ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ  
ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛЕСТНИЦ**

*Методические указания для студентов, обучающихся  
по специальности 1-74 04 01 Сельское строительство  
и обустройство территорий*

Горки  
БГСХА  
2016

УДК 692.622.2(072)

ББК 38.47я73

К65

*Рекомендовано методической комиссией  
мелиоративно-строительного факультета.  
Протокол № 6 от 22 февраля 2016 г.*

Автор:

старший преподаватель *А. А. Константинов*

Рецензенты:

кандидат технических наук, доцент *В. В. Васильев*;

кандидат технических наук, доцент *В. К. Курсаков*

**Константинов, А. А.**

К65      Гражданские и сельскохозяйственные здания и сооружения.  
Проектирование лестниц : методические указания / А. А. Константинов. – Горки : БГСХА, 2016. – 54 с.

Приведены термины и определения элементов лестниц, дана классификация лестниц и требования к ним. Рассмотрены основные виды лестниц и их конструкции. Приведены расчеты лестниц, даны подробные примеры расчетов.

Для студентов, обучающихся по специальности 1-74 04 01 Сельское строительство и обустройство территорий.

УДК 692.622.2(072)

ББК 38.47я73

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время лестница присутствует практически в любом доме, независимо от количества этажей и архитектуры. Высокие цоколи зданий требуют сооружения входной лестницы, количество ступеней которой может меняться, но при этом остается единая цель – создание максимальных удобств человеку при его перемещениях в различных высотных уровнях. Внутри дома лестница служит для перемещения с одного этажа на другой, а переносную приставную лестницу используют для подъема на чердак или крышу дома.

Проектирование лестниц – сложный и ответственный процесс. Он требует тщательной проработки. Прежде чем приступить к этапу проектирования лестницы, необходимо учесть несколько основных требований:

1. От проектируемой лестницы требуется максимальная надежность и удобство.

2. Лестница должна обладать удобным и безопасным подходом как для подъема, так и для спуска.

3. В процессе проектирования лестницы необходимо грамотно расположить перила и ограждения, чтобы они были не только эстетически приятными, но и безопасными.

4. Человеку должно быть удобно ходить по лестнице, а для этого необходимо соблюсти правильные соотношения ширины и высоты ступеней.

Настоящие методические указания разработаны для облегчения усвоения теоретического материала и выполнения курсового проектирования, содержат материалы по расчету внутренних лестниц жилых зданий, включают примеры расчетов.

Методические указания предназначены для студентов мелиоративно-строительного факультета, обучающихся по специальности 1-74 04 01 Сельское строительство и обустройство территорий очной и заочной форм обучения при изучении дисциплины «Гражданские и сельскохозяйственные здания и сооружения».

## 1. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

1. *Лестница* – конструктивное устройство для сообщения между этажами.

2. *Лестничный марш* – конструктивный элемент лестницы, состоящий из косоуров и ступеней, расположенных в одном направлении между лестничными площадками.

3. *Косоур* – наклонный балочный элемент, на который крепят ступени лестничного марша.

4. *Ступень* – горизонтальная поверхность, на которую ставят ногу, чтобы подняться или спуститься по лестнице.

5. *Фризовая ступень* – лестничная ступень, примыкающая к площадке.

6. *Высота ступени* – расстояние по вертикали между двумя последовательными ступенями.

7. *Ширина ступени* – расстояние в свету от передней кромки или закругления до задней кромки ступени.

8. *Тетива* – боковой каркасный элемент лестницы, к которому крепят ступени.

9. *Проступь* – расстояние по горизонтали между закруглением двух следующих друг за другом ступеней.

10. *Подступенок* – вертикальный элемент, который расположен между верхней и нижней проступью.

11. *Нахлестка* – разность между шириной ступени и проступью.

12. *Угол наклона лестницы* – угол между осевой линией и ее проекцией на горизонтальный уровень.

13. *Осевая линия* – условная линия, соединяющая передние кромки ступеней от верхней площадки до нижней площадки марша.

14. *Линия прохода* – условная линия, указывающая средний путь, который проделывает пользователь по ступеням лестницы.

15. *Ширина лестницы* – расстояние в свету вдоль наружных ребер по длине ступени.

16. *Высота подъема* – вертикальное расстояние между начальным уровнем и площадкой.

17. *Высота в свету* – наименьшее вертикальное расстояние над осевой линией, свободное от всех препятствий (таких как перекладины, стойки и т. п.).

18. *Просвет* – абсолютное минимальное расстояние в свету между любым препятствием и осевой линией, измеренное под углом  $90^\circ$  к осевой линии.

19. *Закругление* – верхняя кромка на передней стороне ступени или площадки.

20. *Перила* – устройства для защиты от случайного падения или случайного доступа в опасную зону, которыми могут быть оборудованы лестницы, площадки, мостики и проходы.

21. *Поручень* – предохранительная деталь, предназначенная для того, чтобы, держась за нее рукой, человек смог бы поддерживать свое тело при движении. Поручень можно использовать отдельно или как верхнюю часть перил.

22. *Стойка* – вертикальный элемент конструкции перил, соединяющий поручни с площадкой или лестницей.

23. *Балясины* – вертикальные стойки перил. Помимо конструктивной, играют большую декоративную роль, зачастую, определяя стиль лестницы.

24. *Ограждающий борт* – твердая нижняя часть перил или бортик на площадке для предотвращения падения объектов с уровня прохода.

25. *Ограждение для коленей* – элемент перил, расположенный параллельно поручням и дополнительно защищающий человека при проходе.

26. *Лестничная площадка* – горизонтальный участок, расположенный между двумя маршами.

27. *Промежуточная лестничная площадка* – площадка, расположенная между этажами.

28. *Этажная лестничная площадка* – площадка, расположенная на уровне этажа.

29. *Лестничная клетка* – помещение, где расположена лестница.

30. *Забезная ступень* – косая ступень вместо промежуточной лестничной площадки.

## 2. КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЕСТНИЦ

По функциональности лестницы классифицируются на:

1. *Домовые*. 2. *Ландшафтные*. 3. *Специальные*.

По относительному положению делятся на:

1. *Внутренние*. 2. *Наружные*.

По способу функционирования лестницы могут быть:

1. *Стационарные*. 2. *Трансформируемые*. 3. *Переносные*.

По назначению лестницы делятся на:

1. *Основные* – служащие для постоянного пользования и эвакуации.

2. *Вспомогательные* – для служебного сообщения между этажами.

3. *Аварийные* – наружные эвакуационные лестницы.

4. *Пожарные* – устраиваются открыто, вне здания.

В зависимости от числа маршей в пределах высоты одного этажа лестницы бывают:

1. *Одномаршевые*. 2. *Двухмаршевые*. 3. *Многомаршевые* (рис. 1).

В зависимости от применения материала лестницы бывают:

1. *Деревянные*. 2. *Из сборных железобетонных (каменных) ступеней по металлическим несущим конструкциям*. 3. *Цельножелезобетонные* – сборные и монолитные. 4. *Стальные*.

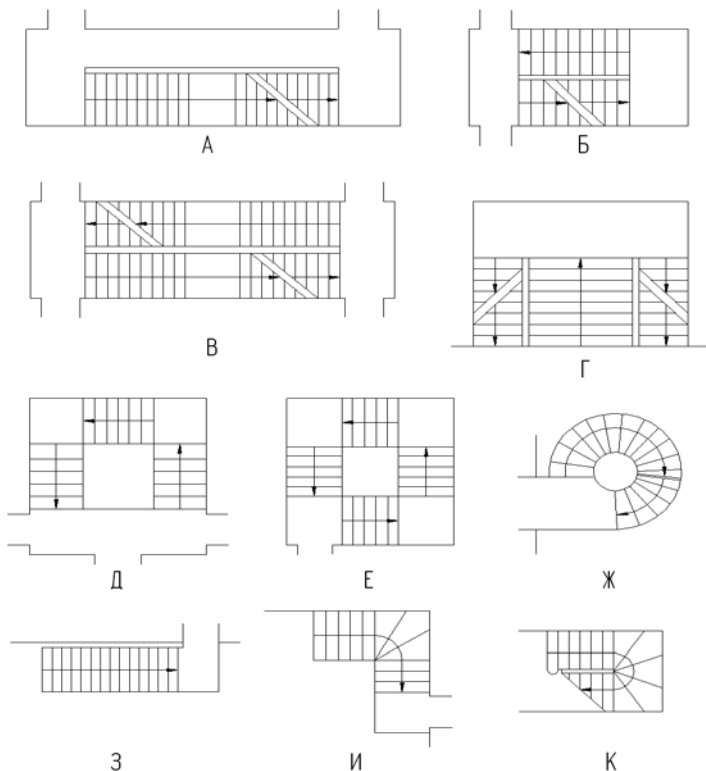


Рис. 1. Типы лестниц:

А, Б – двухмаршевая; В – то же, с перекрещивающимися маршами;  
Г – то же, с парадным средним маршем; Д – трехмаршевая; Е – четырех-  
маршевая; Ж – винтовая; З – одномаршевая внутриквартирная;  
И, К – внутриквартирная с забежными ступенями

Деревянные лестницы применяются в каменных зданиях III и IV класса, высотой до двух этажей.

Лестницы с металлическими несущими конструкциями и монолитные железобетонные лестницы в целях экономии металла и индустриализации разрешается применять только в общественных зданиях при сложной форме лестниц.

Сборные железобетонные лестницы применяются в массовом строительстве типовых жилых и общественных зданий.

Стальными делают лестницы аварийные и пожарные.

### **3. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ЛЕСТНИЦАМ**

Безопасность лестниц обеспечивается прочностью, жесткостью и огнестойкостью. Лестница должна быть выполнена из несгораемых или трудногораемых материалов.

Согласно пункту 5.15 [1] наименьшую ширину и наибольший уклон внутренних лестниц следует принимать в соответствии с требованиями раздела 11 и [2]. Ширина проступи внутренних ступеней в плане должна быть не менее 0,3 м, при этом ширина собственно проступи должна превышать ширину проступи в плане не менее чем на 0,03 м и не более чем на 0,055 м. При устройстве открытых ступеней просвет между проступями должен быть не более 0,1 м, при этом толщина проступи должна быть не менее 0,06 м, а заход проступи на проступь не менее 0,12 м.

Уклон и ширина лестничных маршей, высота ступеней, ширина проступей, ширина лестничных площадок, высота проходов по лестницам должны обеспечивать удобство и безопасность передвижения и возможность перемещения предметов оборудования помещений дома.

Число ступеней в марше не должно превышать 18, но быть не менее 3. Ширина лестничного марша должна быть не менее 1050 мм в многоэтажных зданиях и минимум 900 мм в малоэтажных зданиях. Между маршами оставляется зазор минимум 100 мм для пропуска пожарного шланга. Ширина лестничной площадки должна быть не меньше 1200 мм.

Ширина проступи должна обеспечивать опирание ноги полной стопой, т. е. быть не меньше 200 и не больше 320 мм.

При проектировании забежных ступеней нужно учитывать, что минимальная ширина ступеней с узкого конца должна составлять не менее 100 мм, а нависание проступи над нижней ступенью должно быть не более 50 мм.

Применение лестниц с разной высотой ступеней не допускается.

Прочность и надежность конструкций ограждений лестниц должна быть достаточной для предупреждения падения. Ограждения должны быть оборудованы поручнями и рассчитаны на восприятие нагрузок в соответствии с [3].

#### 4. КОНСТРУКЦИЯ ЛЕСТНИЦ

Конструкция лестниц состоит из наклонных элементов – *маршей* и горизонтальных элементов – *площадок* (рис. 2). Лестничные площадки, расположенные в уровне пола этажа, называют *этажными*, а промежуточные – *междуэтажные*. Лестничные марши делятся на: *цокольный*, *междуэтажный*, *подвальный*, *чердачный*.

Марш представляет собой конструкцию, состоящую из ступеней. У ступеней вертикальную грань называют – *подступенком*, горизонтальную – *проступью*.

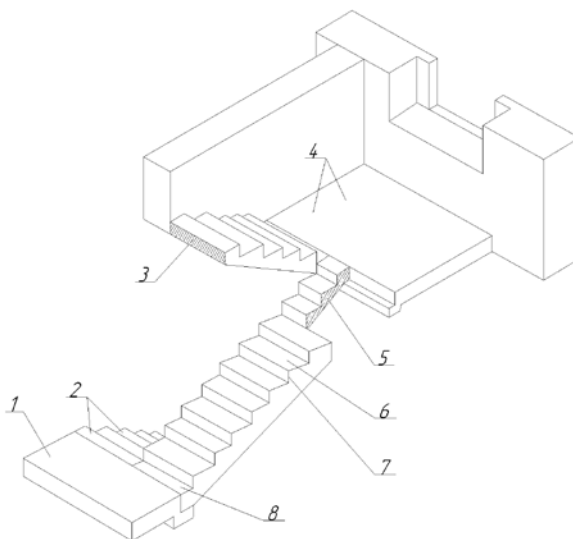


Рис. 2. Элементы лестницы:

- 1 – площадка этажная; 2 – марш цокольный; 3 – марш междуэтажный;
- 4 – площадка междуэтажная; 5 – ступени марша; 6 – проступь;
- 7 – подступенок; 8 – фризная ступень

Если первая или последняя ступени являются продолжением лестничной площадки, то такие соединения называются с *фризовой ступенью*.

Если эти ступени возвышаются или находятся ниже лестничной площадки, то такое соединение называется *без фризовой ступени*.

Если вместо междуэтажной площадки запроектировать несколько косых ступеней, то такая лестница будет называться – *лестница с забежными ступенями*.

По конструкции лестницы бывают: *крупноэлементными, мелкоэлементными и монолитными*.

## 5. КРУПНОЭЛЕМЕНТНЫЕ ЛЕСТНИЦЫ

При строительстве многоэтажных жилых и общественных зданий применяются лестницы из крупноразмерных элементов, которые состоят из площадок и маршей (сборные железобетонные лестницы).

Сборные железобетонные лестницы являются несгораемыми конструкциями и монтируются в специальном помещении – *лестничной клетке*.

В практике строительства жилых зданий наибольшее распространение получили типовые железобетонные лестницы с уклоном маршей 1:2. Кроме них, широко применяются и более крутые лестницы с уклоном 1:1,75 и 1:1,5, которые занимают существенно меньшие площади.

Лестничные марши [4] изготавливаются нескольких типов: ЛМ – плоские без фризовых ступеней (рис. 3); ЛМФ – ребристые с фризовыми ступенями (рис. 5); ЛМП – ребристые с двумя полуплощадками либо с одной верхней полуплощадкой (рис. 6, 7). Размеры лестничных маршей всех типов приведены в табл. 1, 4, 6, 7. Плоские и ребристые лестничные марши отличаются друг от друга тем, что в одних ступени изготовлены на армированной плоской плите, в других – на двух армированных железобетонных балках – *косоурах*. И те, и другие лестничные марши представляют собой цельные железобетонные конструкции, ступени в которых отливаются вместе с плитой или косоурами. Лестничные марши типа ЛМП – более укрупненные железобетонные элементы, здесь в одну конструкцию объединены ступени, косоуры и одна либо две лестничных полуплощадки.

Для каждого типового марша на заводах железобетонных изделий изготавливаются лестничные площадки: ЛПП – плоские для маршей

типа ЛМ (рис. 3); 2ЛП – ребристые для маршей типа ЛМ (рис. 4); ЛПФ – ребристые для маршей типа ЛМФ (рис. 5); ЛПП – ребристые конечные полуплощадки для маршей типа ЛМП (рис. 7). Размеры лестничных площадок приведены в табл. 2, 3, 5, 8. Лестничные марши, лестничные площадки и ступени изготавливают в двух вариантах исполнения: правом и левом – для лестниц с подъемом соответственно против часовой и по часовой стрелке.

Все железобетонные лестницы должны быть запроектированы и нанесены на поэтажный план дома до начала строительных работ.

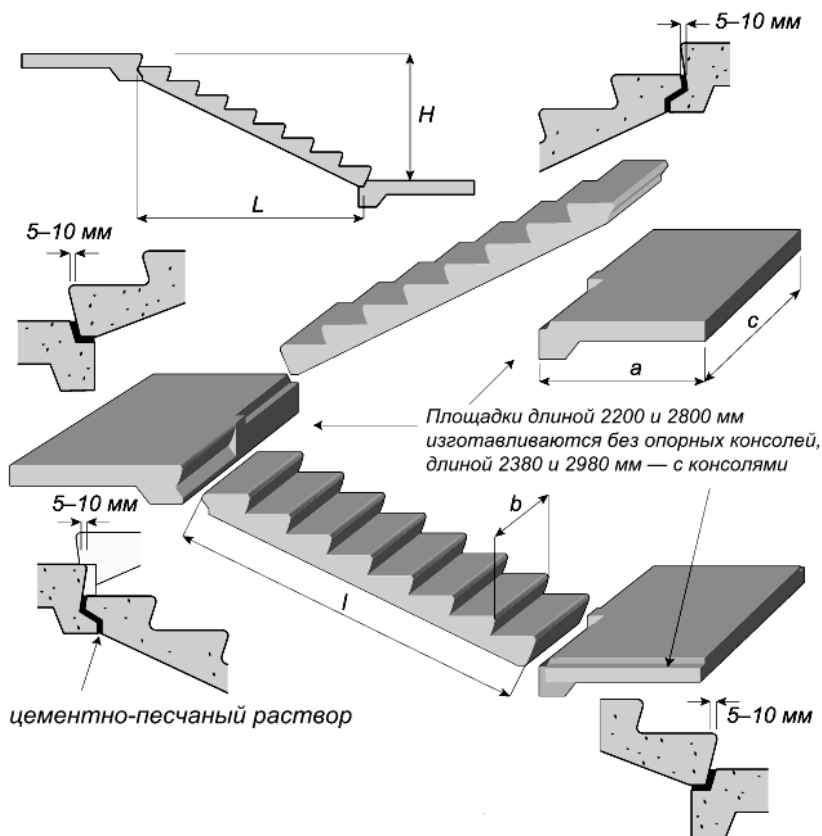


Рис. 3. Марши ЛМ, площадки ЛПП

**Таблица 1. Размеры лестничных маршей типа ЛМ**

Марка марша	Основные конструктивные и координационные размеры марша, мм			
	<i>I</i>	<i>b</i>	<i>H</i>	<i>L</i>
ЛМ27.11.14	2720	1050	1400	2400
ЛМ27.12.14		1200		
ЛМ30.11.15	3030	1050	1500	2700
ЛМ30.12.15		1200		

**Таблица 2. Размеры лестничных площадок типа 1ЛП**

Марка площадки	Основные размеры площадки, мм	
	<i>c</i>	<i>a</i>
1ЛП22.13	2200	1300
1ЛП22.16		1600
1ЛП22.19		1900
1ЛП22.22		2200
1ЛП24.13	2380	1300
1ЛП24.16		1600
1ЛП24.19		1900
1ЛП24.22		2200
1ЛП28.13	2800	1300
1ЛП28.16		1600
1ЛП28.19		1900
1ЛП28.22		2200
1ЛП30.13	2980	1300
		1600
		1900
		2200

**Таблица 3. Размеры лестничных площадок типа 2ЛП**

Марка площадки	Основные размеры площадки, мм	
	<i>c</i>	<i>a</i>
2ЛП22.13	2200	1300
2ЛП22.16		1600
2ЛП22.19		1900
2ЛП25.13	2500	1300
		1600
		1900

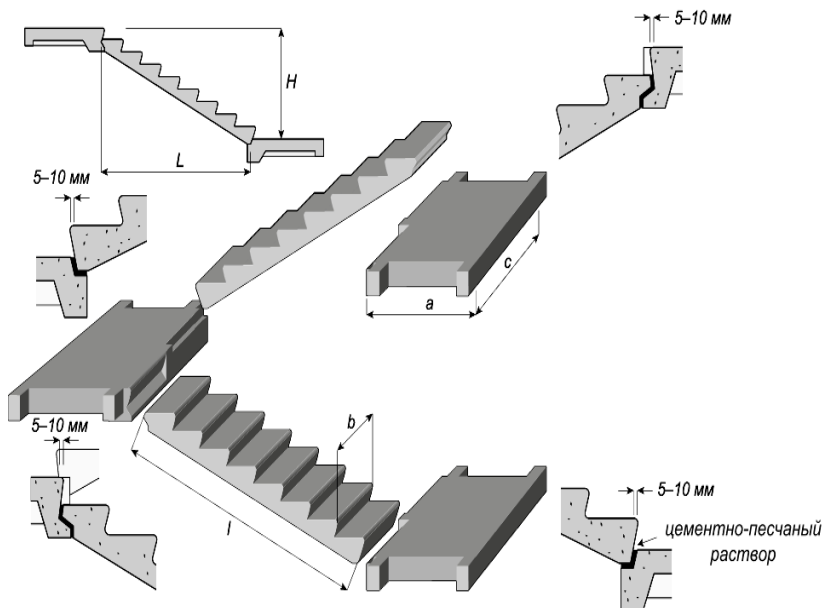


Рис. 4. Марши ЛМ, площадки ЛЛП

Т а б л и ц а 4. Размеры лестничных маршей типа ЛМФ

Марка марша	Основные конструктивные и координационные размеры марша, мм			
	<i>I</i>	<i>b</i>	<i>H</i>	<i>L</i>
ЛМФ39.12.17	3913	1200	1650	3000
ЛМФ39.14.17		1350		
ЛМФ39.15.17		1500		
ЛМФ42.12.18	4249	1200	1800	3300
ЛМФ42.14.18		1350		
ЛМФ42.15.18		1500		
ЛМФ49.12.21	4946	1200	2100	3900
ЛМФ49.14.21		1350		
ЛМФ49.15.21		1500		

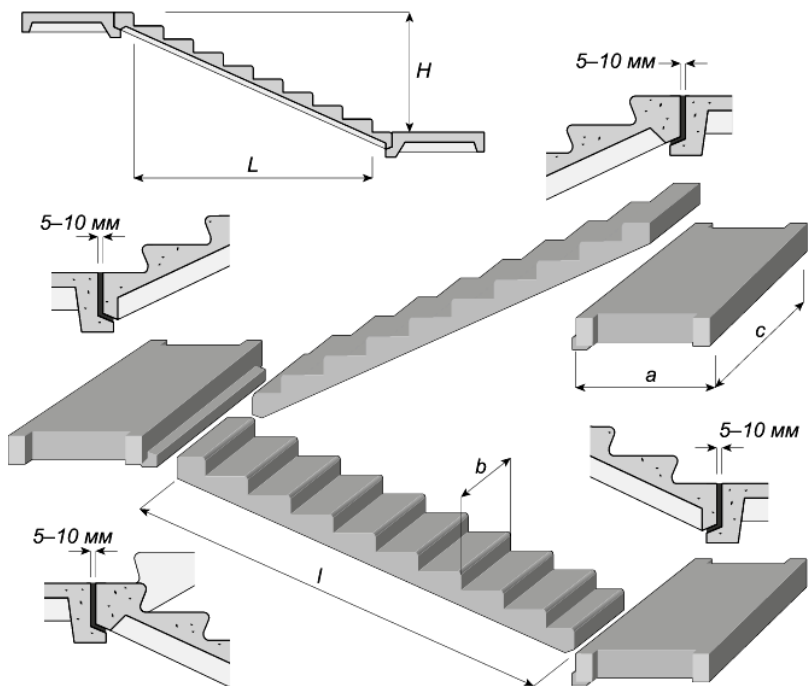


Рис. 5. Марши ЛМФ, площадки ЛПФ

Таблица 5. Размеры лестничных площадок типа ЛПФ

Марка площадки	Основные размеры площадки, мм	
	$c$	$a$
ЛПФ25.10	2500	990
ЛПФ25.11		1140
ЛПФ25.13		1290
ЛПФ28.11	2800	1140
ЛПФ28.13		1290
ЛПФ31.13	3100	1290
ЛПФ34.13	3400	1290

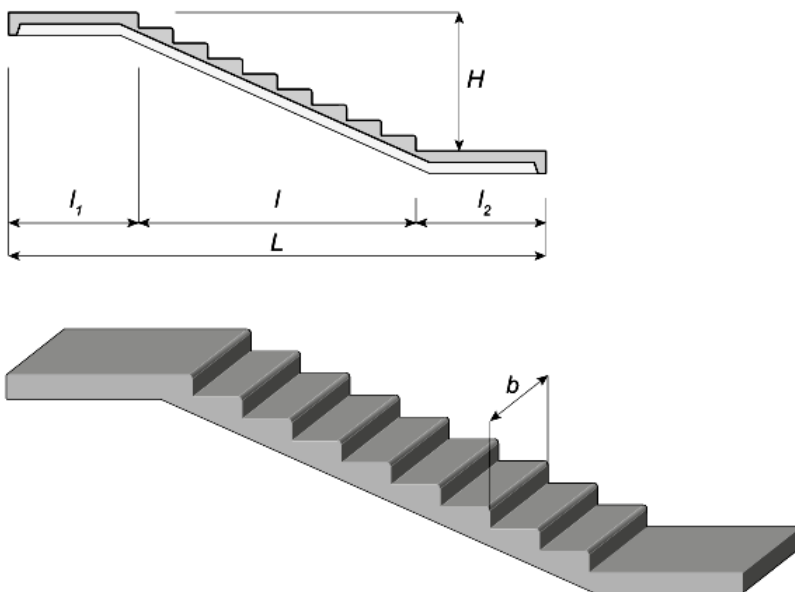


Рис. 6. Марши ЛМП с двумя полуплощадками

Т а б л и ц а 6. Размеры лестничных маршей типа ЛМП

Марка марша	Основные конструктивные и координационные размеры марша, мм					
	$l$	$l_1$	$l_2$	$b$	$H$	$L$
ЛМП57.11.14	2700	1475	1475	1150	1400	5650
ЛМП57.11.15					1500	
ЛМП57.11.17	3000	1325	1325	1150	1650	5650
ЛМП57.11.17-1		1450	1200			
ЛМП57.11.17-2		1200	1450			
ЛМП57.11.18	3300	1175	1175	1150	1800	5650
ЛМП57.11.18-1		1450	900			
ЛМП57.11.18-2		900	1450			
ЛМП60.11.15	2700	1640	1640	1150	1500	5980
ЛМП60.11.17	3000	1490	1490		1650	

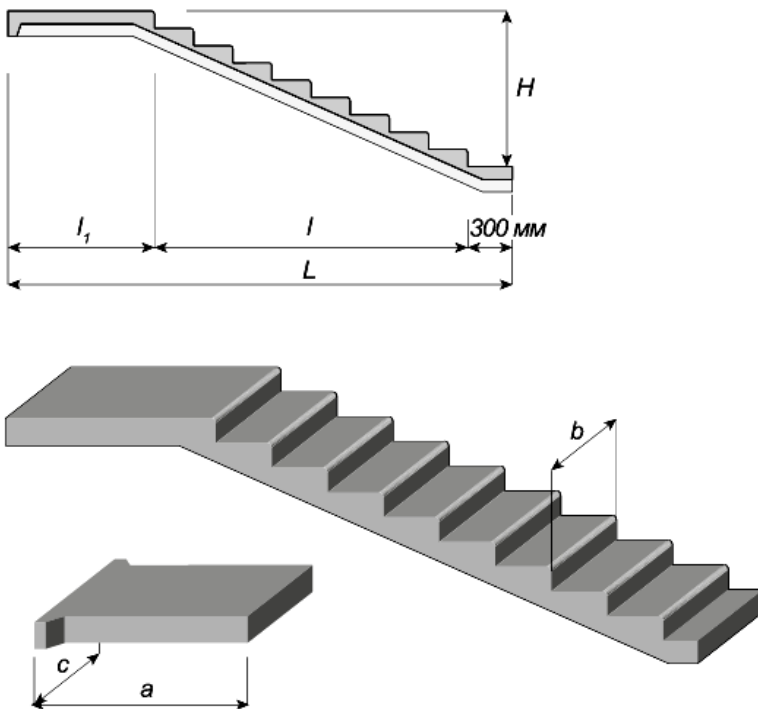


Рис. 7. Марши ЛМП без нижней полуплощадки, площадка ЛПП

Т а б л и ц а 7. Размеры лестничных маршей типа ЛМП без нижней полуплощадки

Марка марша	Основные конструктивные и координационные размеры марша, мм				
	$I$	$I_1$	$b$	$H$	$L$
ЛМП57.11.14	2700	1475	1150	1400	4475
ЛМП57.11.15				1500	
ЛМП57.11.17	3000	1325	1150	1650	4625
ЛМП57.11.17-1				1450	4750
ЛМП57.11.18	3300	1175	1150	1800	4775
ЛМП57.11.18-1				1450	5050
ЛМП60.11.15	2700	1640	1150	1500	4640
ЛМП60.11.17	3000	1490		1650	4790

Таблица 8. Размеры лестничных площадок типа ЛПП

Марка площадки	Основные размеры площадки, мм	
	<i>c</i>	<i>a</i>
ЛПП14.12	1440	1200
ЛПП14.13		1325
ЛПП14.15		1475
ЛПП15.15	1540	1490
ЛПП16.15	1610	1490
ЛПП16.16		1640

Типовые лестничные конструкции позволяют устраивать двухмаршевые лестницы для большинства стандартных высот этажей (2,7; 2,8; 3; и 3,3 м). В лестничных клетках с поперечными несущими стенами применяют лестничные площадки типа ЛПП, 2ЛП и ЛПФ, которые своими торцами или опорными ребрами (консолями) входят в кладку стен. Для площадок ЛПП без опорного ребра может применяться и другой вариант монтажа, при котором этажную и междуэтажную площадки опирают на стальные «стулья» (консольные кронштейны), жестко заанкеренные в стены лестничной клетки. В этом случае несущими могут быть все стены лестничной клетки. Лестничные марши типа ЛМП используют в зданиях с продольными несущими стенами, эти марши так же, как и полуплощадки ЛПП – консольные конструкции.

В малоэтажном домовом строительстве железобетонная лестница может быть построена в открытой лестничной клетке (в нише). При определенной планировке здания для экономии места этажные лестничные площадки не устанавливаются, а восхождение на лестницу и сход с нее устраиваются непосредственно с этажных плит перекрытия. Лестничный марш в этом случае должен быть оперт на несущую перемычку или железобетонную балку (прогон, ригель) (рис. 8). Опирать лестницу на плиту перекрытия нельзя. Высоту установки перемычки (или балки) подбирают так, чтобы высота конечных ступеней получилась равной рядовым ступеням марша, т. е. учитывают полную толщину напольного покрытия, устраиваемого по плитам перекрытия.

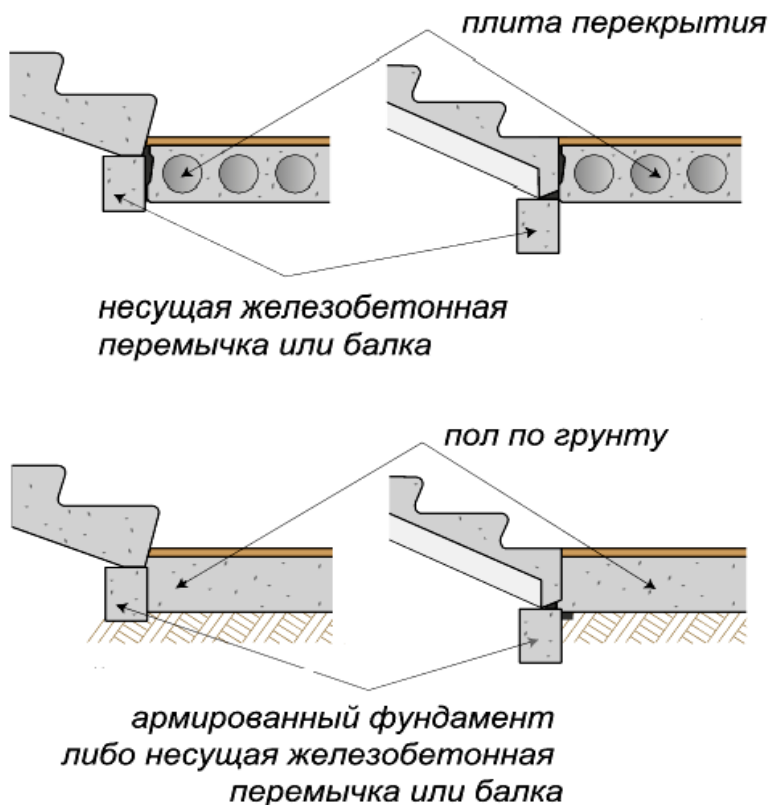
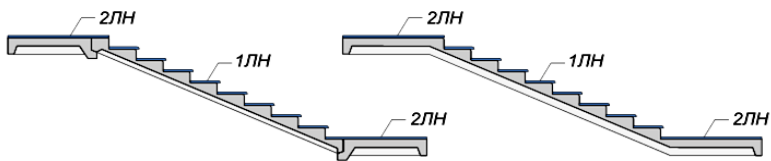
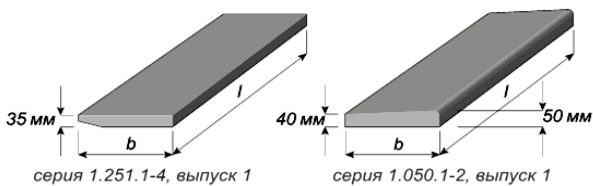


Рис. 8. Нестандартное опирание сборных железобетонных лестничных маршей

Обычно лестничные марши поступают на стройку с гладкими ступенями, изготовленными из тяжелого бетона. Для придания лестнице эстетического вида ступени могут быть облицованы мраморными или гранитными проступями – 1ЛН, 2ЛН (рис. 9), поставляемыми вместе с лестницей. Соответственным образом (проступями либо другими материалами той же толщины) отделываются и лестничные площадки. Толщина проступей должна быть учтена при проектировании высоты этажа, так как они, уложенные на ступени и площадки, поднимут уровень «чистого» пола. Размеры накладных проступей 1ЛН, 2ЛН приведены в табл. 9.



**Накладная проступь 1ЛН**



**Накладная проступь 2ЛН**

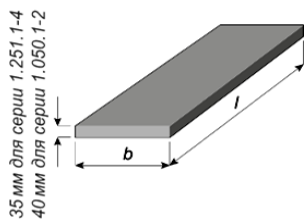


Рис. 9. Накладные проступи на ступени сборных железобетонных лестниц

Таблица 9. Размеры накладных проступей 1ЛН, 2ЛН

Марка накладной проступи	Основные размеры накладной проступи, мм		Марка накладной проступи	Основные размеры накладной проступи, мм		Марка накладной проступи	Основные размеры накладной проступи, мм	
	$l$	$b$		$l$	$b$		$l$	$b$
1ЛН12.3	1200	325	2ЛН9.5	930	560	2ЛН14.2	1350	245
1ЛН12.2		220	2ЛН9.6		535	2ЛН14.3	1385	330
1ЛН14.3	1350	325	2ЛН12.2	1200	245	2ЛН14.5	1385	470
1ЛН14.2		220	2ЛН12.3	1210	320	2ЛН15.2	1500	245
1ЛН15.3	1500	325	2ЛН12.5	1285	470	2ЛН16.2	1650	245
1ЛН15.2		220	2ЛН13.2	1310	245			
1ЛН17.3	1650	325	2ЛН13.3	1335	330	2ЛН19.2	1870	245
		220		1285	470			



Таблица 10. Размеры ступеней ЛС

Описание				
Марка	Вес 1 шт. (тн)	Размеры		
		Длина	Ширина	Высота
<b>Ступени типовые</b>				
ЛС-9	0,093	900	330	150
ЛС-9-1	0,093	900	330	150
ЛС-11	0,111	1050	330	150
ЛС-11-1	0,111	1050	330	150
ЛС-12	0,12	1200	330	150
ЛС-12-1	0,12	1200	330	150
ЛС-14	0,145	1350	330	150
ЛС-14-1	0,145	1350	330	150
ЛС-15	0,161	1500	330	150
ЛС-15-1	0,161	1500	330	150
ЛС-17	0,178	1650	330	150
ЛС-17-1	0,178	1650	330	150
ЛС-18	0,19	1800	330	150
ЛС-18-1	0,19	1800	330	150
ЛС-20	0,21	1950	330	150
ЛС-20-1	0,21	1950	330	150
ЛС-22	0,24	2150	330	150
ЛС-22-1	0,24	2150	330	150
ЛС-23	0,257	2300	330	150
ЛС-23-1	0,257	2300	330	150
ЛС-21 -1	0,225	2050	330	150
<b>Ступени верхние</b>				
ЛСВ-11	0,111	1160	260	145
ЛСВ-12	0,12	1310	260	145
ЛСВ-14	0,145	1460	260	145
ЛСВ-15	0,161	1610	260	145
ЛСВ-17	0,161	1610	260	145
ЛСВ-23	0,179	2360	260	145
ЛСВ9.17	0,85	1010	260	168
ЛСВ11.17	0,97	1160	260	168
ЛСВ12.17	0,178	1310	260	168
<b>Ступени нижние</b>				
ЛСН-11	0,059	1050	290	125
ЛСН-12	0,066	1200	290	125
ЛСН-14	0,075	1350	290	125
ЛСН-15	0,083	1500	290	125
ЛСН-17	0,092	1650	290	125
ЛСН-23	0,124	2250	290	125
ЛСН 9.14	0,054	900	290	143
ЛСН 11.14	0,061	1050	290	143
ЛСН 12.14	0,070	1200	290	143

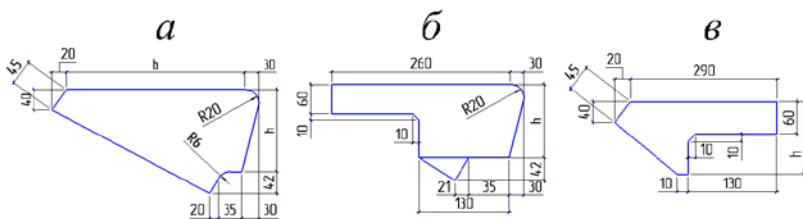


Рис. 11. Ступени ЛС:  
*a* – ступень типовая; *б* – ступень верхняя; *в* – ступень нижняя

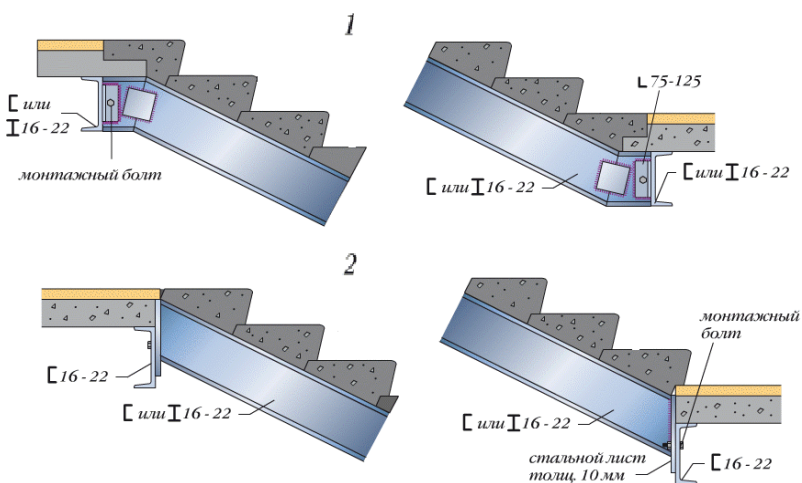


Рис. 12. Пример устройства мелкоэлементной лестницы на стальных косоурах:  
*1* – с фрезовой ступенью; *2* – без фрезовой ступени

## 7. ДЕРЕВЯННЫЕ ЛЕСТНИЦЫ

Деревянные лестницы изготавливают из сосны и дуба, реже – из кедра, лиственницы, красного дерева, оregonской сосны и араукарии (бразильской сосны). Дубовая древесина высокой плотности – прочна и надежна. Хвойная древесина мягче дуба, но более удобна в обработке. Для изготовления ступеней хвойные породы дерева, особенно ель, лучше не применять, по причине мягкости они быстро изнашиваются. Влажность древесины, используемой для изготовления лестницы,

должна соответствовать влажности помещения, в котором она будет находиться.

Деревянные лестницы также относят к мелкоэлементным лестницам.

### **7.1. Лестницы на деревянных косоурах**

Косоуры обычно делают из досок толщиной 50–70 мм, шириной не менее 250–300 мм. Для устройства косоуров применяют доски без дефектов, а также клееные доски, которые не имеют сучков, не подвергаются скручиванию и растрескиванию, а ширина их достаточна для устройства запилов. Проступи из сплошных одинарных или двух узких шпунтованных досок укладывают на ступенчатые вырезы в косоурах. Толщина проступи зависит от ширины марша. Для ступени длиной 800, 1000, 1200 мм используют доски толщиной 40, 50 и 60 мм соответственно. Толщина проступи относится к ширине марша, примерно, как 1 к 20. Отклонение от этой пропорции возможно только в сторону утолщения проступи либо под ступенями увеличивается количество косоуров – до трех или четырех штук. Передняя кромка проступи может выступать до 50 мм относительно плоскости подступёнка, этот выступ обычно закругляют.

К древесине подступёнков особые требования не предъявляются, их выполняют из строганных досок толщиной 18–25 мм. Проступи и подступёнки рекомендуется делать из древесины одной породы.

Косоуры, не имеющие в местах опирания на площадочные балки запилов (рис. 13) надежнее, так как в них меньше ослабленных сечений и отсутствует вероятность скола древесины в месте опирания. Но такие косоуры требуют для своей установки более высокой площадочной балки, что уменьшает высоту прохода под лестницей. Наличие в лестнице верхней фризовой ступени увеличивает варианты проектирования лестницы. Эта ступень может полностью повторять по размерам рядовую ступень, быть уже ее или вообще отсутствовать. При наличии в лестнице верхних фризowych ступеней чаще применяют косоуры, верхний конец которых делают с запилом, частично компенсируя, таким образом, рост высоты площадочной балки.

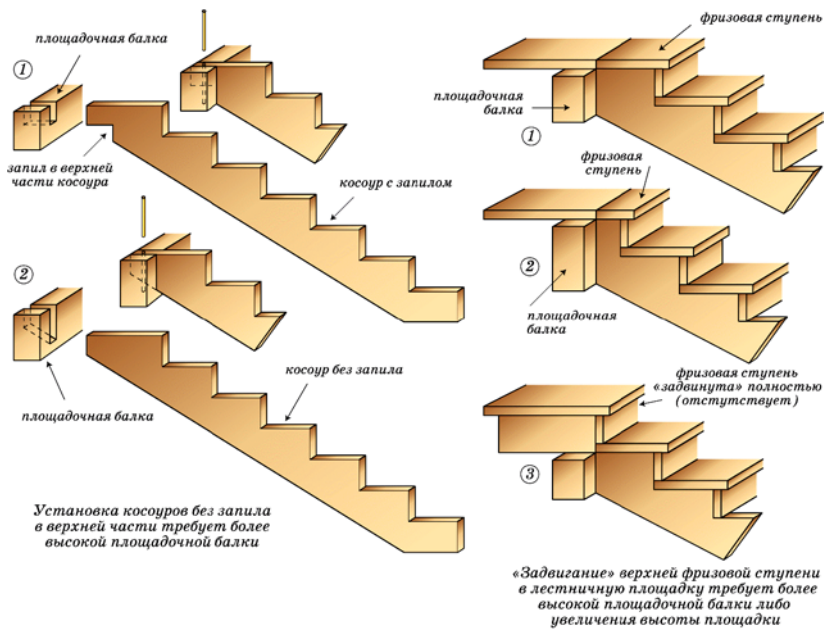


Рис. 13. Зависимость высоты площадочной балки либо всей лестничной площадки от способа опирания верхней части косоура или устройства на нем верхней фризовой ступени

Нижняя часть косоуров при устройстве деревянного перекрытия опирается на балки пола нижнего этажа или в случае применения двухмаршевой лестницы – на балки междуэтажной площадки. Эта часть лестницы может оказаться на балках, направленных по отношению к лестнице как в продольном, так и в поперечном направлении.

При опирании косоура на поперечные балки узел решается аналогично верхней части, т. е. может быть запилен или косоур, или балка (рис. 14). В случае попадания косоуров на продольные балки они могут быть смонтированы в упор к предварительно запиленным в балку и надежно закрепленным балясинам. В другом варианте две продольные балки соединяются между собой дополнительным поперечным бруском, в который упирают нижнюю часть косоуров.

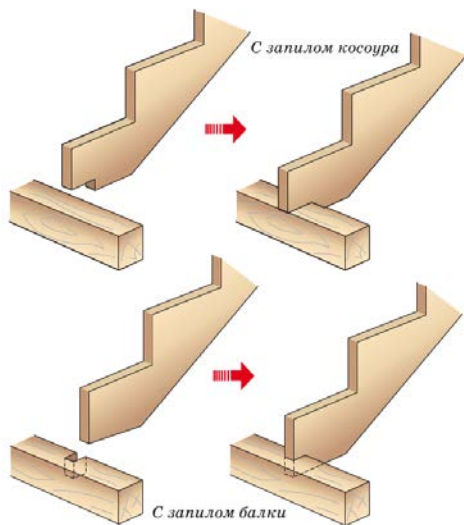


Рис. 14. Варианты опираний нижних концов косоуров

Врезки (запилы) деревянных элементов ослабляют первоначальные сечения. Если запилы в косоурах слишком глубокие и ослабляют конструкцию лестницы, целесообразно установить под ступенями более двух косоуров. Количество косоуров увеличивают также и при использовании в качестве проступей тонких досок, во избежание их прогиба под эксплуатационной нагрузкой.

Существует и другое конструктивное решение для косоуров. Поверх косоура устанавливаются дополнительные деревянные элементы – кобылки, на которых в свою очередь крепятся детали ступеней. Кобылки могут иметь треугольную форму и устанавливаться прямо на верхнюю продольную кромку косоура. Крепление кобылок на косоурах осуществляется при помощи шкантов, которые устанавливаются в заранее выбранные в прилегающих элементах пазы. Шканты фиксируются в пазах с помощью клея. Для повышения надежности крепления кобылок к косоурам используют более сложную схему. В этом случае в косоуре выпиливается небольшой вырез и применяются кобылки сложной формы (рис. 15). Для крепления кобылок на косоуре по этой схеме также применяются шканты и клей.

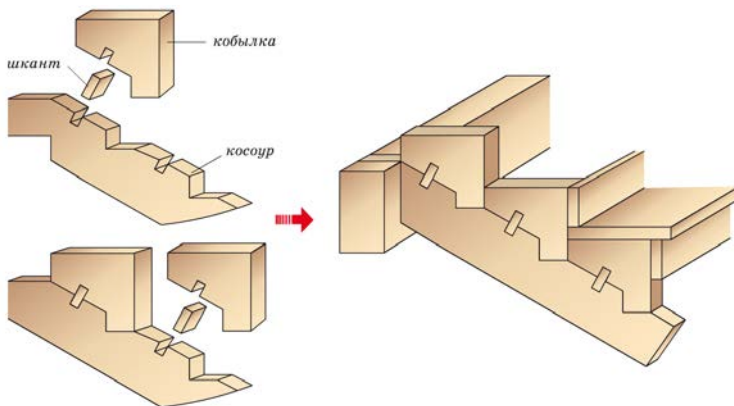


Рис. 15. Косоур с кобылками

Проступи и подступёнки лучше соединять (рис. 16) шурупами и клеем, поскольку гвоздевое соединение со временем ослабевает. Проступь и подступёнок крепятся шурупами впотай, в паз или при помощи дополнительной треугольной рейки.

Помимо этого, для скрепления деревянных частей лестницы можно использовать всевозможные накладные планки и металлические уголки. Надежное и прочное соединение получается при безгвоздевом соединении – деревянными нагелями. При сплачивании деревянных деталей из твердых пород дерева используют нагели из мягких пород и наоборот, нагели из твердых пород древесины используют для сплачивания деталей из мягких пород.

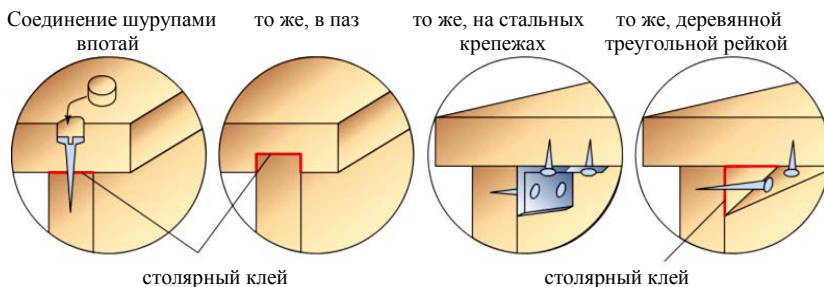


Рис. 16. Узлы соединения ступеней для косоуров любого типа

При изготовлении лестниц с забежными ступенями косоуры с двух сторон лестницы получают различной геометрии. В этом случае вырезы в косоурах размечаются по размерам каждой ступени. При этом следует учесть, что высота подступёнок остается неизменной, а ширина проступи изменяется, следовательно, изменяется и угол наклона лестницы. С внутренней стороны лестницы устанавливаются ступени с узкой частью проступи, а с внешней – с широким участком проступи. Лестница получается с внутренней стороны с более крутым подъемом, чем с внешней стороны, но при этом ее косоуры остаются параллельными друг другу, в них изменяется только длина запила, характеризующая проступь ступеньки.

## 7.2. Лестницы на деревянных тетивах

Основные принципы построения лестницы на тетивах не отличаются от построения лестницы на косоурах. Лестничные проемы, опирания тетив на нижнюю и верхнюю балки, строятся по тем же принципам, что и в лестницах на косоурах. Главное отличие этих лестниц в способе опирания ступеней.

В лестницах на косоурах ступени опираются на доски (косоуры) сверху, а в лестницах на тетивах ступени находятся между досок (тетив). Под действием вертикальной нагрузки на ступень проступь прогибается вниз и выпрямляется после снятия нагрузки, при этом на ее концах возникает распор. Тетивы обычно соединяют металлическим прутком диаметром 8–12 мм с резьбой на концах и гайками. Либо используют тязи других конструкций (рис. 17).

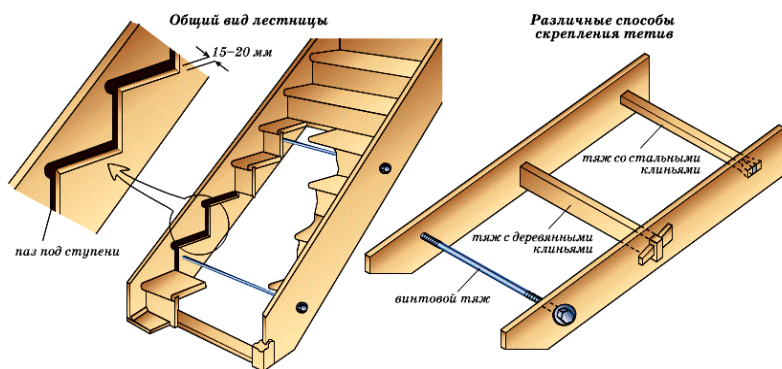


Рис. 17. Деревянная лестница на тетивах

Наиболее распространенная конструкция – лестница с врезными ступенями. При ее изготовлении в тетиве выполняют вырезы – пазы глубиной 15–20 мм, в которые вставляют проступи и подступенки. Для плотного прилегания проступи, пазы тетивы делают с ровными плоскостями и одинаковой глубины.

Во избежание перекашивания конструкции особое внимание следует уделить точности разметки пазов.

Возможны и другие способы крепления ступеней к тетивам. Проступи крепят к ним с помощью брусков квадратного и треугольного сечения, с помощью прибоин либо на стальных крепежных элементах (рис. 18). В этих случаях тетивы лестницы должны быть выполнены из строганных досок, быть гладкими, без пазов. К ним с внутренней стороны крепятся шурупами короткие бруски или прибоины. Ступени крепятся непосредственно к ним.

Скрепление проступи и подступенка между собой производят несколькими методами, аналогичными соединениям лестниц по косоурам.

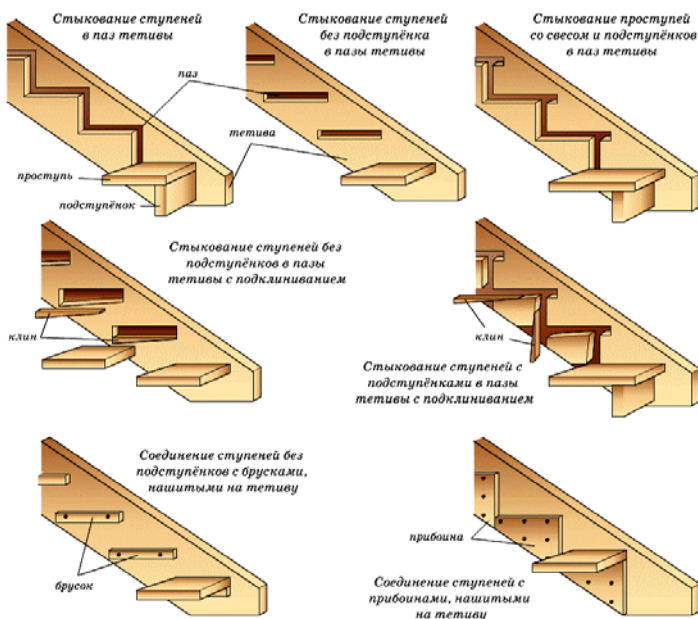


Рис. 18. Способы крепления ступеней к тетивам

### 7.3. Комбинированные деревянные лестницы

Название лестниц носит условный характер и подразумевает, что в конструкции присутствуют элементы нескольких лестниц. Например, лестницу можно сделать одновременно на тетиве и косоуре. Лестницу можно сделать как элемент винтовой лестницы и пристроить к ней лестницу на косоурах, а можно в той же лестнице заменить винтовой элемент забежными ступенями с опиранием на гнутую тетиву либо на опорную балясину.

Для обеих конструкций лестниц, показанных на рис. 19, 20, есть альтернативные классические лестницы на косоурах (тетивах). Такие лестницы проще, но занимают больше места (рис. 21). Один из основных конструктивных элементов этих лестниц – лестничная площадка, к которой примыкают прямые лестничные марши. Конфигурации классических лестниц многообразны, так как высоту лестничной площадки можно выбрать любой кратной высоте одного подъема лестницы, при этом будут изменяться длины примыкающих маршей.

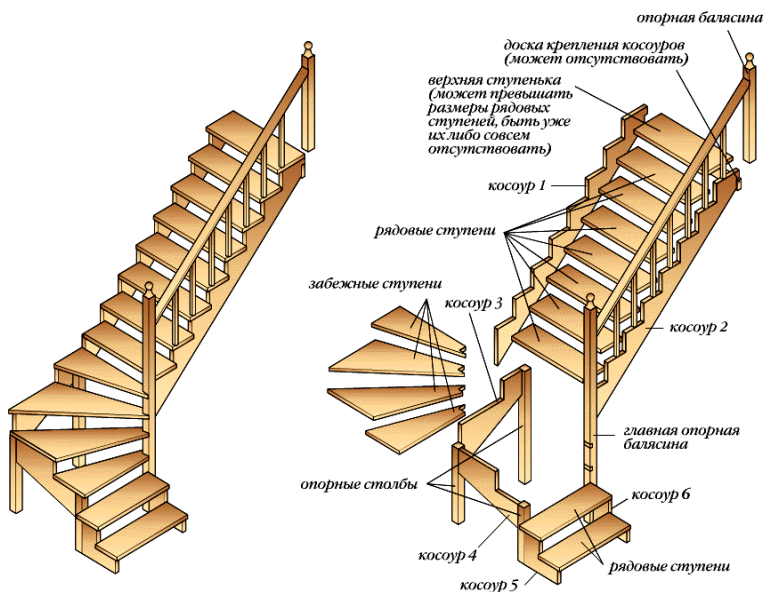


Рис. 19. Пример комбинированной лестницы с поворотом на 90°

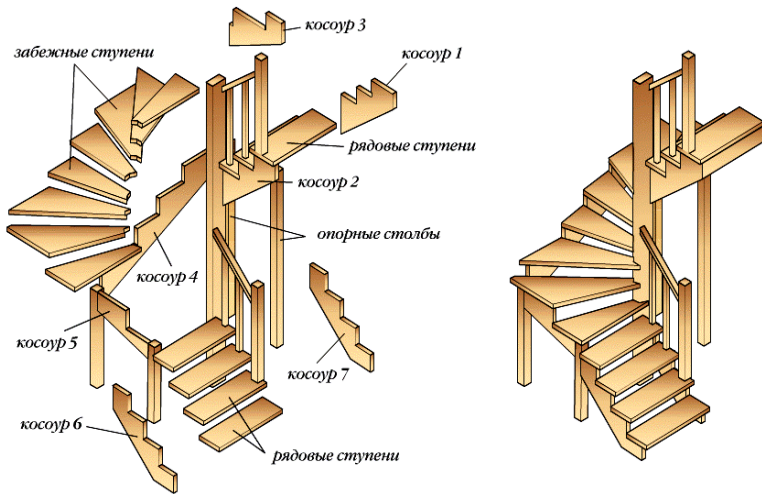


Рис. 20. Пример комбинированной лестницы с поворотом на 180°

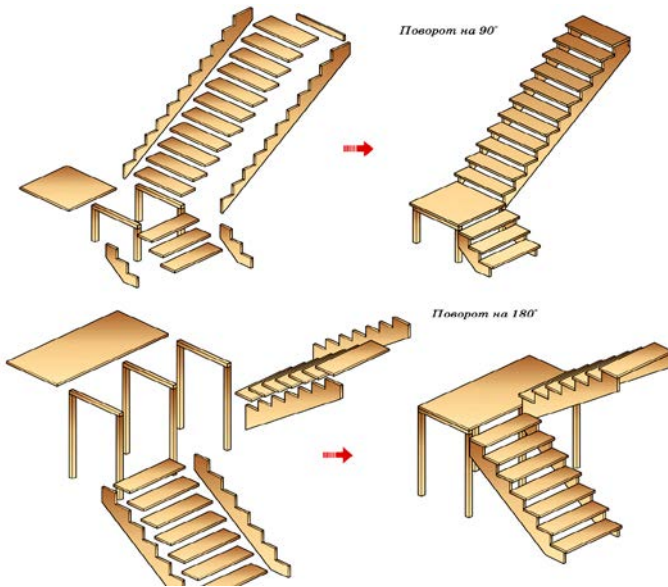


Рис. 21. Комбинированная лестница с промежуточной площадкой

## 7.4. Лестницы на больцах

Название лестницы произошло от основного конструктивного элемента лестницы: немецкое «больц» буквально означает «болт». Ступени этой лестницы крепятся к навесным балясинам (огромным болтам) и практически держатся на поручнях.

Лестница на больцах выполняется открытой, без подступёнок. В отличие от лестниц с внешним косоуром у лестниц на больцах (рис. 22) система крепежа ступеней невидимая. Такая лестница не имеет каркаса, его роль отводится ступеням и больцам.

Лестницы на больцах делают различных конструкций: с полным опиранием ступеней на больцы; с опиранием одной стороной на больцы, а другой – на тетиву, косоур или стену. Возможны комбинированные варианты, когда в своем начале ступени лестницы опираются на тетиву или косоур, а затем переходят в безкосоурный марш.

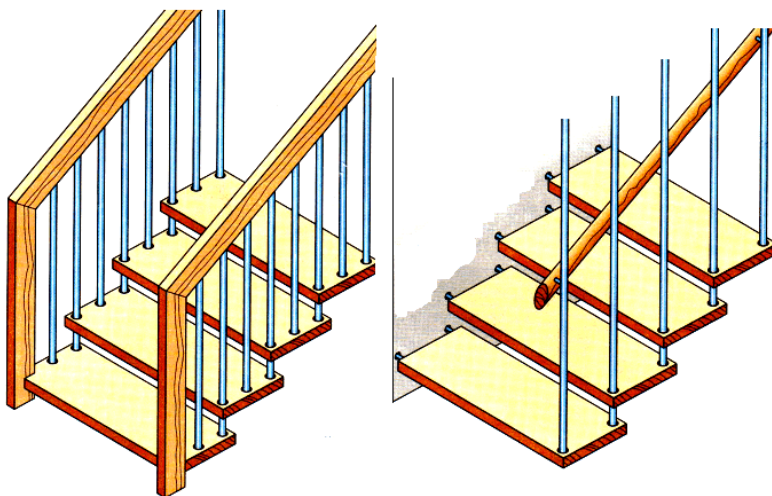


Рис. 22. Варианты опирания ступеней лестницы на больцах

Обычно одна сторона ступеней подвешивается на больцах к поручню ограждения лестницы, а другая опирается на тетиву или косоур, расположенные вдоль стены, либо ступени опирают на стену через специальный крепеж, тоже названный больцами. Опирать эту сторону

деревянных ступеней непосредственно на стену не рекомендуется, поскольку их придется защищать от увлажнения и, как следствие, от загнивания. Замоноличивание ступеней в стену делает их акустически однородной конструкцией со стеной, что влечет за собой передачу шума от шагов по всему дому.

Ступени крепятся к болцам несколькими способами (рис. 23). Но все они подчиняются одному правилу: передний край верхней ступени опирается на задний край нижней ступени через стойку из обрезка трубы, надетой на болц. Сами болцы пропускают сквозь отверстия в ступенях и закрепляют снизу декоративными гайками с широкими шайбами либо через стальную пластину.

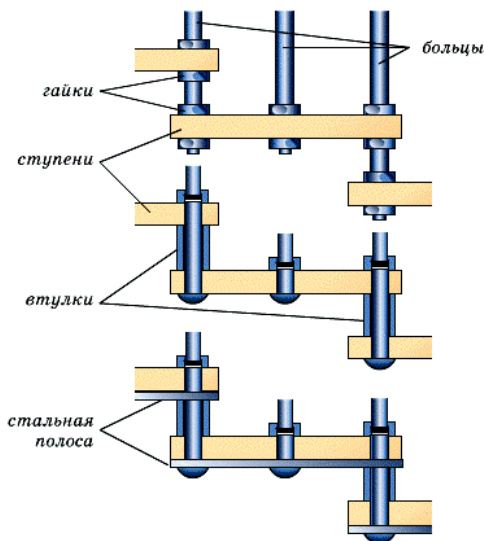


Рис. 23. Варианты крепления ступеней при помощи болцов

### 7.5. Лестница на косоуре – каскадная балка

Использование металла для несущих элементов лестниц позволяет разнообразить архитектурно-конструктивные решения. Таким оригинальным решением является лестница с уложенными ступенями по центральной каскадной балке (хребтовом косоуре), выполненной из отдельных металлических модулей (рис. 24).

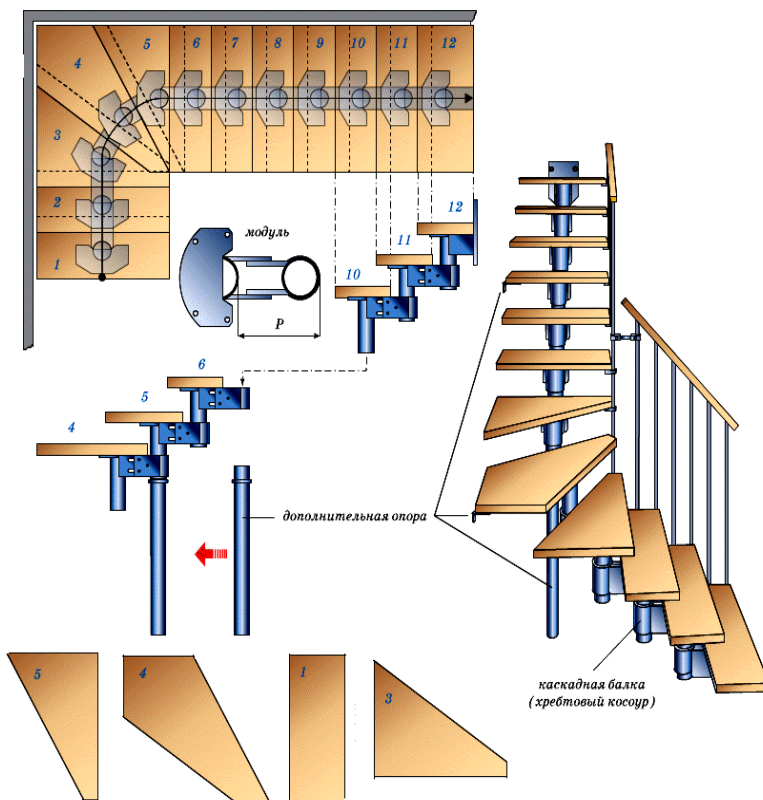


Рис. 24. Лестница на хребтовом косоуре

В настоящее время лестницы на хребтовом косоуре выпускаются промышленным способом. Основа такой лестницы – универсальный модуль. Лестница на каскадной балке, собранной на универсальных модулях – единственная лестница с приспособляемыми высотой подступёнка, шириной проступи, движением, уклоном и вращением. Ее полная гибкость позволяет делать бесконечные конфигурации, с поворотом на  $90^\circ$  или на  $180^\circ$ , что дает возможность вписывать ее практически в любое место.

### 7.6. Лестница со ступенями, опирающимися на стену

Лестницы можно располагать не только по тетивам и косоурам, но и по несущим подпорным стенам (рис. 25). В качестве подпорных стен применяют кирпичные и блочные стены либо перегородки на фундаменте. Ступени лестницы изготавливают преимущественно из сборных либо монолитных железобетонных плит с рабочей арматурой, уложенной в нижней части конструкции. Для придания лестнице красивого вида ступени облицовывают деревом. Необлицованные деревом лестницы можно применять в качестве второстепенных либо эвакуационных.

Лестницы по подпорным стенам изготавливаются любой формы: прямыми одномаршевыми; поворотными двухмаршевыми с междуэтажной площадкой или забежными ступенями; вплоть до винтовой лестницы с консольными ступенями. Самый главный недостаток двухмаршевых и поворотных лестниц – слабое освещение дневным светом, что, впрочем, устраняется устройством не сплошных каменных стен между маршами, а с прямоугольными или арочными окнами. Конструкция лестниц на подпорных стенах хотя и массивна, но зато прочна и долговечна и, кроме того, более безопасна в пожарном отношении, особенно это касается лестниц, не облицованных деревом.

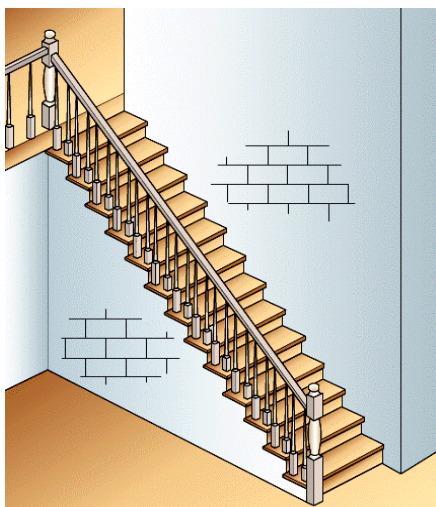


Рис. 25. Лестница со ступенями, опирающимися на стену

## 8. РАСЧЕТ РАЗМЕРОВ СТУПЕНЕЙ И УКЛОНА МАРША ЛЕСТНИЦ

При расчете по несущей способности элементы лестницы расчленяются на статически определимые балки – консольные или однопролетные и рассчитываются по соответствующим формулам. Так как лестницы подвержены действию динамических нагрузок, к жесткости несущих элементов предъявляются повышенные требования: прогиб их не должен превышать  $1/400$  пролета. Нагрузки, действующие на лестничные марши и площадки, должны собираться путем сложения собственного веса конструкций и временных нагрузок: в жилых домах –  $300 \text{ кг/м}^2$ .

Практикой установлено: лестница удобна и безопасна, если удвоенная высота подступёнка, сложенная с шириной ступени (проступью), равняется среднему шагу человека. Длина шага человека на плоскости составляет примерно  $600\text{--}640$  мм. Исходя из этого, проступь и подъем определяют по формуле

$$2a + b = 600\text{...}640 \text{ мм.} \quad (1)$$

Как альтернативу, можно использовать другую, более легкую для запоминания, формулу

$$a + b = 450 \pm 20 \text{ мм,} \quad (2)$$

где  $a$  – высота ступени (подступёнка);

$b$  – ширина ступени (проступи).

Оптимальной считается высота подступёнка, равная  $150$ , а ширина проступи –  $300$  мм (рис. 26). При сильном увеличении ширины проступи собьется шаг, а при сильном уменьшении затруднится спуск.


Наиболее удобные углы подъёма лестницы находятся в диапазоне от  $23^\circ$  до  $37^\circ$ . Если угол меньше  $23^\circ$  – лестницу можно заменить пандусом (ровной наклонной площадкой), если больше  $45^\circ$ , то лестница переходит в разряд приставных или раскладных. Оптимальный угол подъема винтовых лестниц –  $25\text{--}35^\circ$ . Наиболее сложным процессом при крутизне лестничного марша более  $40^\circ$  является спуск с лестницы, а при углах более  $45^\circ$  спуск можно осуществлять только спиной вперед.

Пожарные и хозяйственные  
лестницы, устанавливаемые на стены



Рекомендуемые размеры ступеней

Размер ступеней, мм	высота											
	ширина	100	110	120	130	140	150	160	170	180	190	200
		350	340	330	320	310	300	290	280	270	260	250

 — лестницы удобные для хождения


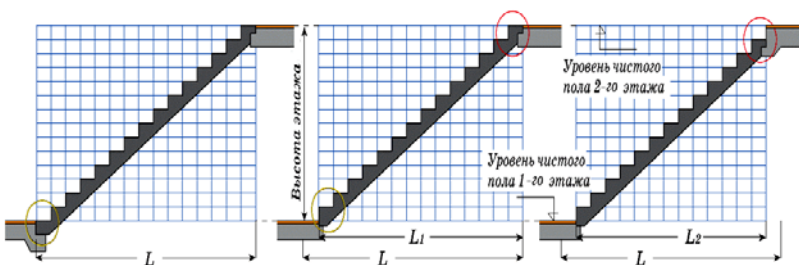
 — наиболее удобные и безопасные лестницы

Рис. 26. Нормативная зависимость размеров ступеней от крутизны лестницы

Количество ступеней зависит от высоты этажа и угла наклона лестницы. Зная местоположение лестницы в плане и высоту помещения, количество ступеней можно (и проще) установить графически, а после этого по формулам безопасности определить ширину проступи.

Для графического построения лестницы на миллиметровой бумаге нужно в масштабе нарисовать лестничный марш (рис. 27), соизмеряя его с высотой этажа.

Высотой этажа называется разница высотных отметок уровней чистого пола нижнего и верхнего этажа, т. е. в размер высоты этажа должна быть включена толщина конструкции пола верхнего этажа. Обычно стандартная высота этажа равна 2,8 или 3 м, реже – 2,7 или 3,3 м, что позволяет проектировать высоту помещения (расстояние от пола до потолка) не менее 2,5 м, что соответствует требованию [1]. Такая высота этажа позволяет без особого труда вписать лестницу с размерами ступеней, отвечающим требованиям расчетной формулы безопасности.



Высота подступёнка в зависимости от числа ступеней и высоты этажа, мм

Высота этажа, мм	Количество ступеней, шт																									
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26										
2100	190,9	175	161,5	150	140	131,3	123,6																			
2400		200	184,6	171,4	160	150	141,2	133,3	126,3	120																
2700				192,9	180	168,8	158,8	150	142,1	135	128,5	122,7														
3000					200	187,5	176,5	166,7	157,9	150	142,9	136,4	130,4	125	120											
3300								194,1	183,3	173,7	165	157,1	150	143,5	137,5	132	126,9									

■ – лестницы, простые в изготовлении ■ – «неутомляемые» и простые в изготовлении лестницы

Рис. 27. Пример графического расчета количества ступеней и высоты подступёнка.  
Таблица высот для ступенек в зданиях с нормативной высотой этажа

На рис. 26 приведены размеры ступеней для лестниц, пригодных для индивидуальных жилых домов. Нередко в планировках этих домов для того, чтобы сделать лестницу короче, приходится уменьшать ширину проступи. Так, например, в лестнице с высотой подступенка 200 мм ширина проступи равняется 250 мм. Взрослый человек не может опереться на такую проступь полной ступней и ему приходится спускаться с лестницы боком или спиной вперед. На рис. 27 приведены размеры высот подступенков для стандартных высот этажа. Рассчитать ширину проступи по формулам безопасности не составит особого труда. Но есть и еще один способ определить размеры ступеней – эргономический.

Этот способ основан на том, что человек, свободно делая по горизонтальной плоскости шаг в 620 мм, может с той же легкостью поднимать ногу на высоту, равную лишь половине этой величины, т. е. на 310 мм. Поэтому, если на горизонтальной оси графика (рис. 28) отложить известное число частей, где каждая равна одному шагу (620 мм), а на вертикальной оси – равной высоте подъема ноги 310 мм, то такое построение дает возможность получить размеры подъема и ширины ступеней для лестницы с любым наклоном. Для этого нужно нанести на график линию наклона лестницы (ее высота и длина известны) и в точках пересечения с сеткой графика провести перпендикуляры. Это и есть оптимальная высота и ширина ступени для данного уклона лестничного марша.

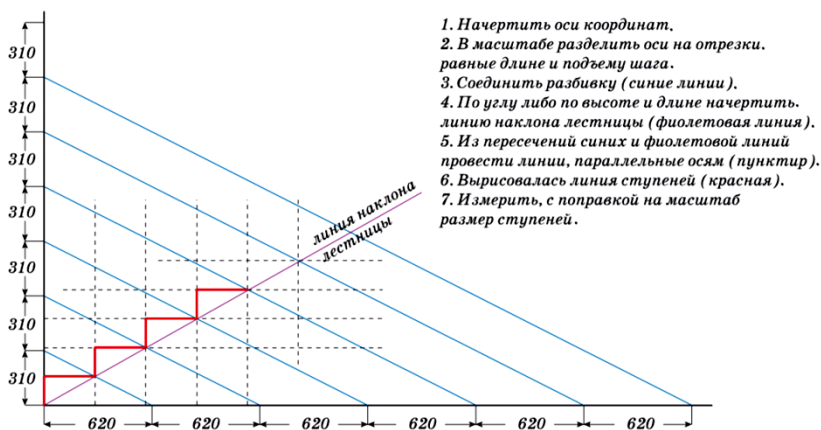


Рис. 28. Графический способ подбора оптимальных размеров ступеней (размеры в мм)

Следующий способ позволяет получить число ступеней в лестничном марше, а также размеры лестничной клетки.

Для того чтобы определить размеры лестниц и лестничной клетки, в которой они будут размещены, необходимо знать высоту этажа и размеры ступеней.

**Пример.** Определить размеры двухмаршевой лестницы жилого дома, если высота этажа равна 3,3 м, ширина марша – 1,05 м, уклон лестницы – 1:2.

1. Принимаем ступень размерами 150×300 мм.

2. Определяем ширину лестничной клетки по формуле

$$B = 2C + 100 = 2 \cdot 1050 + 100 = 2200 \text{ мм}, \quad (3)$$

где  $B$  – ширина лестничной клетки;

$C$  – ширина лестничного марша.

3. Определяем высоту одного марша по формуле

$$H_1 = H / 2 = 3300 / 2 = 1650 \text{ мм}, \quad (4)$$

где  $H_1$  – высота одного марша;

$H$  – высота этажа.

4. Определяем число подступенков в одном марше по формуле

$$n = H_1 / h = 1650 / 150 = 11 \text{ шт.}, \quad (5)$$

где  $h$  – высота подступенка.

5. Определяем число проступей. Число проступей в одном марше будет на единицу меньше числа подступенков, так как верхняя проступь располагается на лестничной площадке

$$n - 1 = 11 - 1 = 10 \text{ шт.}$$

6. Определяем длину горизонтальной проекции марша ( $A$ ), называемой его заложением, которая будет равна

$$A = a(n - 1) = 300 \cdot 10 = 3000 \text{ мм}, \quad (6)$$

где  $a$  – ширина проступи.

7. Принимаем ширину промежуточной площадки  $C_1 = 1300$  мм, этажной  $C_2 = 1300$  мм, получим, что полная длина лестничной клетки (в чистоте) составит

$$L = A + 2C = 3000 + 1300 + 1300 = 5600 \text{ мм}, \quad (7)$$

где  $L$  – полная длина лестничной клетки;

$A$  – горизонтальная проекция марша;

$C$  – ширина промежуточной площадки.

На рис. 29 дано графическое построение данной лестницы, которое выполняют следующим образом. Высоту этажа делят на число частей, равное числу подступенков в этаже, и через полученные точки проводят горизонтальные прямые. Затем горизонтальную проекцию (заложение марша) делят на число проступей без одной и через полученные точки проводят вертикальные прямые. По полученной сетке вычерчивают профиль лестницы.

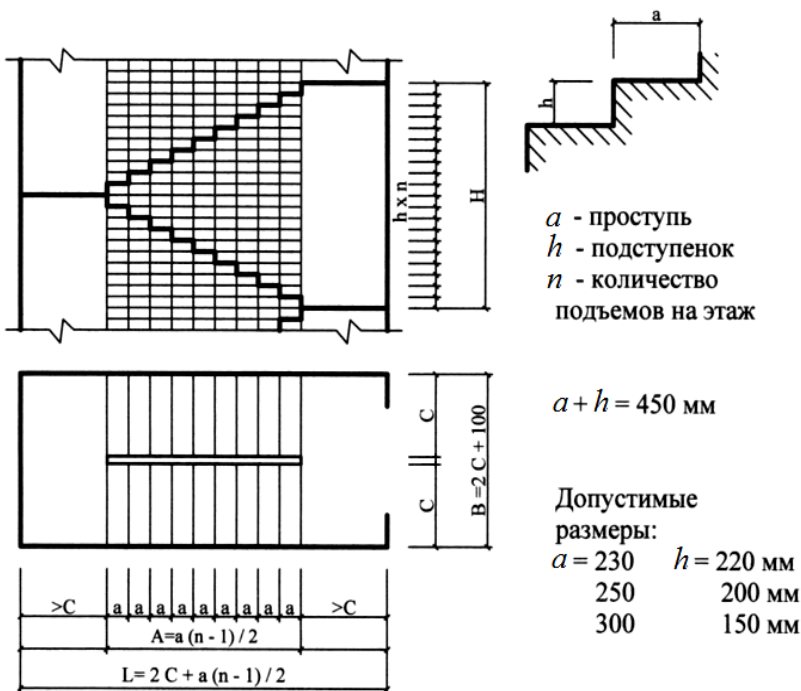


Рис. 29. Схема разбивки лестницы

## 9. ШИРИНА МАРШЕЙ И ПЛОЩАДОК

В зависимости от расположения фризовых ступеней по отношению к лестничным площадкам и способа опирания лестничного марша на площадку могут изменяться длина самого марша и количество ступеней.

Лестницы, где фризовые ступени врезаются в площадку заподлицо с их половым покрытием, показывают наибольшую длину, наибольший перекрываемый пролет и наибольшее количество ступеней. Фризовые ступени такого марша могут не изготавливаться, а быть частью напольного покрытия площадок. Их ширина (проступь) тоже может не соответствовать ширине проступи рядовых ступеней. Поэтому фризовые ступени могут врезаться в площадку на любую глубину.

Лестницы, в которых нижняя фризовая ступень делается выше площадки на высоту подступёнка, а верхняя врезается в площадку, получаются короче описанных в предыдущем абзаце. Лестницы, в которых фризовые ступени (верхняя и нижняя) делаются соответственно выше и ниже площадок на высоту подступёнка, получаются самыми короткими и с наименьшим количеством ступеней. Количество подъемов и уклон всех трех лестниц остается прежним, разница только в форме лестничных площадок и способе опирания на них маршей (рис. 30).

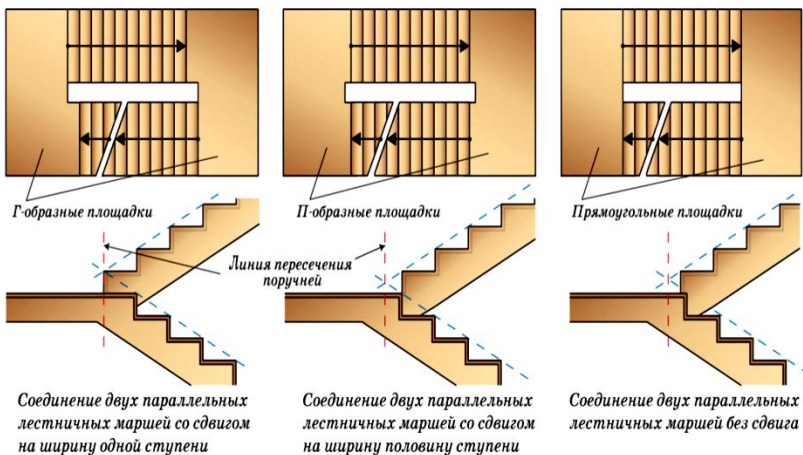


Рис. 30. Изменение геометрии лестничных площадок в зависимости от способа врезания в них фризовых ступеней

Лестничная площадка (рис. 31) не может быть уже, чем связанный с ней марш. Площадки между лестничными маршами, расположенными по отношению друг к другу под углом 90°, должны быть в одном из направлений как минимум на 100 мм шире марша.

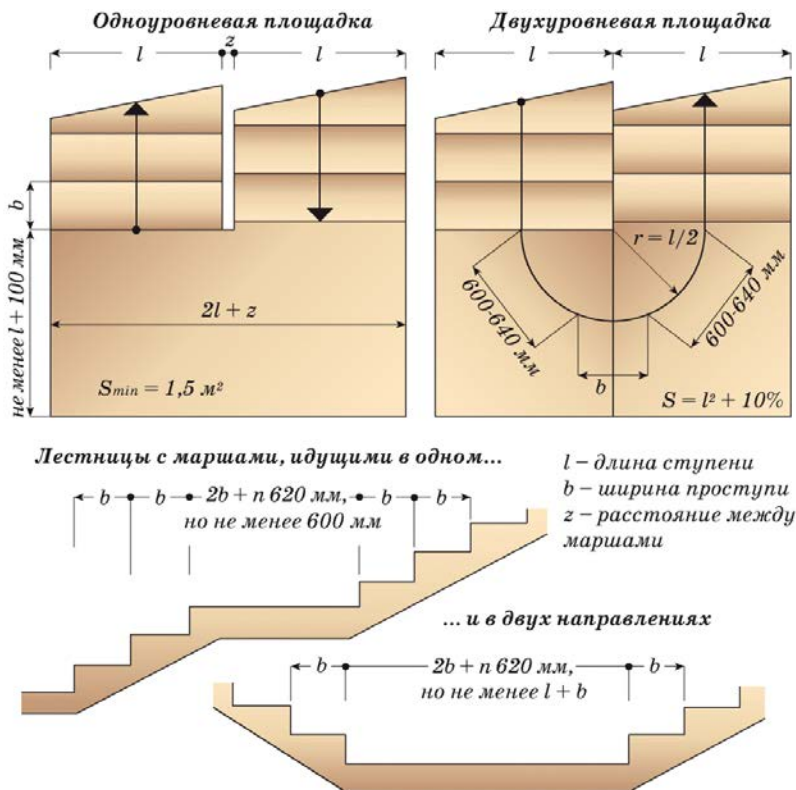


Рис. 31. Рекомендуемые размеры лестничных площадок

Если лестницы, состоящие из двух или трех маршей, имеют двухуровневые лестничные площадки, то разница между уровнями должна равняться высоте ступени. В случае если лестничные марши расположены в одном направлении, размер находящейся между ними лестничной площадки должен равняться длине шага (600–640 мм). Соблюдать размер 620 мм (среднее значение между 600 и 640) необхо-

димо и в том случае, если лестничная площадка лучеобразно делится на две части или на две части параллельно движению марша и состоит из двух уровней. Это же относится к криволинейным и винтовым лестницам. Исключение составляют лестничные марши, расположенные друг к другу под углом  $135\text{--}180^\circ$ , размер промежуточной лестничной площадки здесь может быть не равен  $620\text{ мм}$ . Размер межэтажной лестничной площадки, расположенной в середине марша, должен быть кратным шагу:  $b \times 620\text{ мм}$ , но не должен быть меньше  $600\text{ мм}$ .

Ширина лестничного марша должна быть не менее ширины выхода на лестничную клетку. Ширина лестничного марша определяется пропускной способностью лестницы, т. е. количеством человек, которые могут по ней пройти. Ширина внутриквартирных лестничных маршей должна быть не менее  $0,9\text{--}1\text{ м}$ , а в домах повышенной комфортности –  $1,25\text{--}1,5\text{ м}$ . Ширину  $0,8\text{ м}$  лестница может иметь при условии, что конфигурация её проста, она сооружена вдоль одной стены и позволяет поднимать габаритные предметы. Шириной менее  $0,8\text{ м}$  могут быть только вспомогательные лестницы.

## 10. ВЫСОТА ЛЕСТНИЦЫ И ФОРМА СТУПЕНЕЙ

После расчета подъема ступеней, их ширины и формы, необходимо четко представлять, что полученные размеры это размеры ступеней в плане. Со ступенями можно произвести некоторые манипуляции (рис. 32): увеличить ширину проступи, сделав ступени с валиком, сделать подступёнок скошенным внутрь лестницы либо совсем не делать подступёнка и оставить ступени открытыми. Все эти способы помогают увеличить ширину проступи, делая лестницу более удобной при подъеме, но не влияют на безопасность лестницы при спуске.

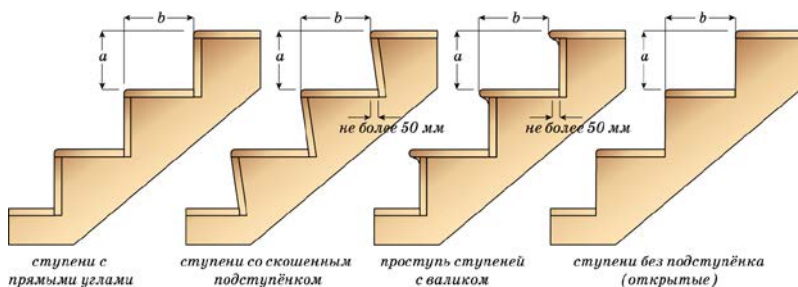


Рис. 32. Формы ступеней

Проем в перекрытии над лестницей следует конструировать одновременно с лестницей, а лучше на стадии проектирования конструкции дома в целом. Он должен соответствовать безопасному проходу по всей лестнице.

Замечено, что человек ростом 180 см легко перемещается по проходу высотой 185 см, но он обязательно будет инстинктивно наклонять голову и испытывать от этого дискомфорт. Нормальное расстояние между ступенью и потолком должно быть не менее 1,9–2 м. По мере подъема по лестнице этот размер должен сохраняться на протяжении всего марша (рис. 33).



Рис. 33. Высота проема над лестничным маршем

Для обеспечения правильного тепло- и воздухообмена размещение лестницы в общей комнате или гостиной допустимо только в тех случаях, когда постоянно отапливаются помещения и первого, и второго этажей (мансарды). В других случаях лестницу нужно размещать в «холодном» помещении: на веранде или в специальной лестничной клетке.

## 11. РАСЧЕТ ЗАБЕЖНЫХ СТУПЕНЕЙ

Для сокращения размера лестничной клетки по ее длине, вызванную недостатком места, промежуточную площадку заменяют забежными ступенями, с шириной по линии движения, равной ширине прямых ступеней.

Такие ступени неудобны, так как ширина их по мере приближения к центру уменьшается и становится недостаточной для установки ноги. В противоположном конце ширина ступени увеличивается и становится шире среднего шага человека. В этом случае на повороте лестницы желательно делать закругление стен лестничной клетки для сокращения длины и ширины ступеней.

Для уменьшения недостатков забежных ступеней необходимо:

1. Проектировать их при условии горизонтального расстояния между параллельными маршами не менее  $1/4$  их ширины.
2. Прибегать к расчету ширины ступеней по одному из следующих графических способов, основанных на пропорциональном уширении концов забежных ступеней за счет ширины прямых ступеней.

### 11.1. Графические способы расчета забежных ступеней

**Пример.** Требуется рассчитать ширину забежных ступеней, заменяющих межэтажную площадку лестницы с двумя параллельными маршами и поворотом на  $180^\circ$ .

**Способ 1.** Проводим посередине марша (рис. 34) линию  $abc$ , называемую средней линией движения, на которую наносим ширины ступеней, начиная от вершины закругления, распределяя ступени так, чтобы вертикальная линия  $BC$  разделяла среднюю ступеньку по ее ширине на две равные части. Таким образом, получим деления  $1, 2, 3, 4$  и т. д. Чем больше прямых ступеней войдет в расчет, тем удобнее будет лестница и тем незаметнее будет переход от прямых ступеней к забежным. В данном случае из прямых ступеней, показанных на рис. 34 пунктирно, мы захватываем три –  $6, 7$  и  $8$ . Проведя горизонтальную линию  $DE$ , ограждающую прямую ступеньку  $8$ , с которой мы начина-

ем регулировку ширины проступи, соединяем центр  $A$  с делениями  $1$  и  $2$  на линии движения. Продолжая эти линии до пересечения с горизонтальной  $DE$ , получим на ней отрезок  $1 - 2$ , откладывая который по направлению от  $D$  к  $E$ , находим точки  $3, 4, 5, 6$  и  $7$ . Затем соединяем эти точки прямыми линиями с соответствующими по номерам точками, намеченными по линии движения.

В результате графического расчета получаем в горизонтальной проекции форму проступей забежных ступеней левой половины лестницы. Также поступаем для правой половины лестницы.

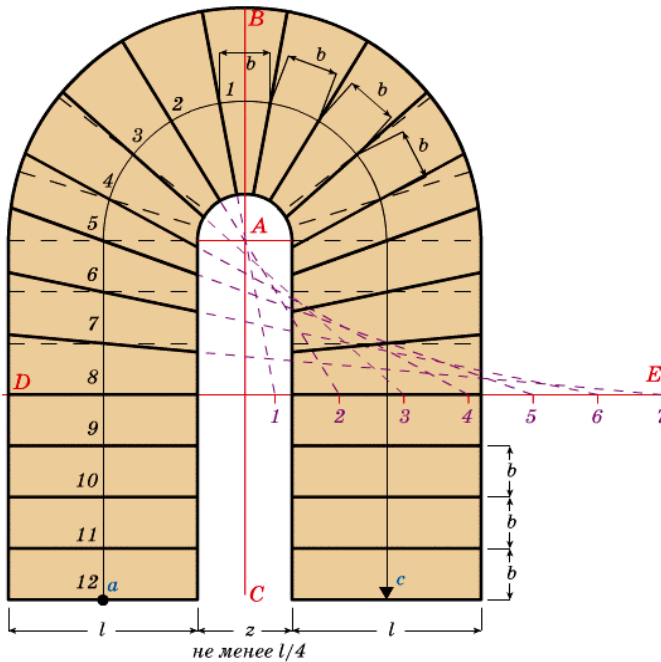


Рис. 34. Графический способ 1 расчета забежных ступеней

**Способ 2.** Расчет забежных ступеней состоит в следующем (рис. 35): начиная от точки  $b$  по линии движения, откладывают ширину проступей согласно принятой норме, но так, чтобы вертикальная линия  $DB$  разделяла среднюю ступеньку  $1$  вдоль на две равные части. Затем, задавшись числом прямых ступеней, входящих в регулировку (в данном случае три ступеньки:  $6, 7$  и  $8$ ), и, получив таким образом

отрезок  $AB$  от вертикальной линии  $DB$ , проводят к этому отрезку наклонную  $AC$  произвольной длины под любым острым углом и на ней наносят 7 делений, соответственно семи регулируемым ступенькам, в любом масштабе, но так, чтобы размеры этих делений последовательно увеличивались на одну часть, причем от точки  $A$  первое деление должно равняться – 2, второе – 3, третье – 4 частям и т. д. За одну часть можно произвольно принять отрезок в 3, 5 или 10 мм, это зависит от размера масштаба чертежа лестницы.

Соединив точку  $C$  с точкой  $B$  и проведя из каждой точки деления линии, параллельные  $BC$ , мы получим на вертикали  $AB$  соответствующие отрезки. Остается только соединить точки деления с точками 2, 3, 4 и т. д. на средней линии движения и продолжить их до стены, окружающей клетку, чтобы получить размеры и форму проступей забежных ступеней в горизонтальной проекции.

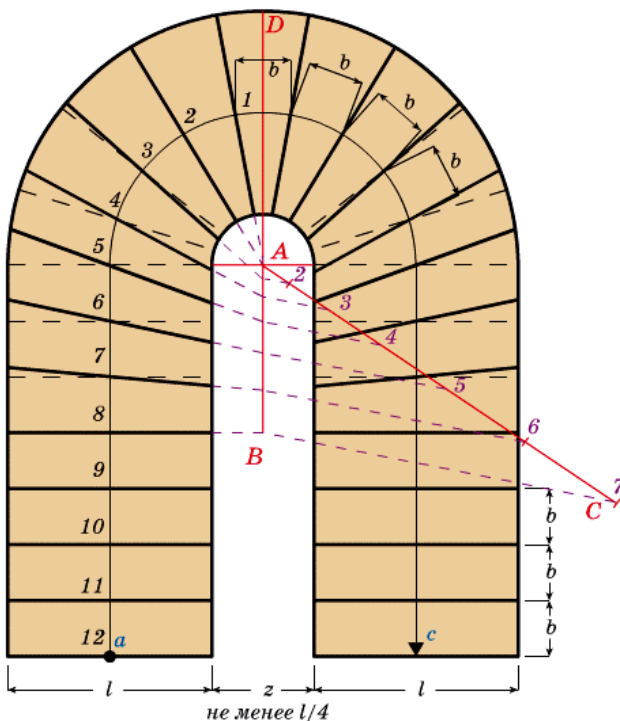


Рис. 35. Графический способ 2 расчета забежных ступеней

Аналогично рассчитываются и двухмаршевые лестницы с радиальным поворотом на  $90^\circ$ .

Сначала вычерчивается средняя линия марша (рис. 36, 37). Затем, начиная от центра дуги, в обе стороны от него откладываются отрезки (хорды), равные ширине рядовой ступени. Возможны два варианта расположения забежных ступеней в центре поворота, когда одна ступень делится линией  $AC$  пополам (рис. 36) или когда две ступени прижимаются к этой линии с двух сторон (рис. 37). По разметке линии движения (средней линии) вырисовывается план лестницы со ступенями. Далее выбирается ступень, от которой будут начинаться забежные ступени. Проводится линия  $EB$ , она должна пересечься с линией  $CA$ , проведенной через центр закругления лестницы. В месте пересечения поставим точку  $B$ . Из точки  $A$  под любым углом и любой длины проведем линию  $AD$ . Разделим линию  $AD$  на участки. От точки  $A$  первое деление должно равняться 2, второе – 3, третье – 4 частям и т. д. За одну часть принимаем произвольный размер. Соединим конец последнего участка с точкой  $B$ . Параллельно полученной линии  $BD$  проведем линии по концам всех участков (точкам 2, 3, 4 и т. д.) до пересечения их с линией  $AB$ . Места пересечений соединяем линиями с соответствующими точками 1, 2, 3 и т. д. на линии движения и продлеваем их до стены лестничной клетки. Обведем габариты вычерченных забежных ступеней и снимем размеры с поправкой на масштаб.

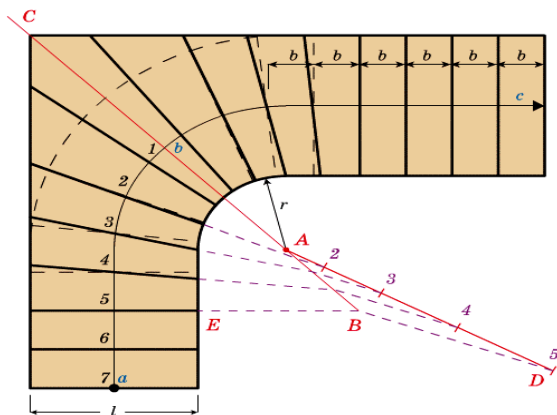


Рис. 36. Графический способ расчета забежных ступеней двухмаршевой лестницы с радиальным поворотом на  $90^\circ$

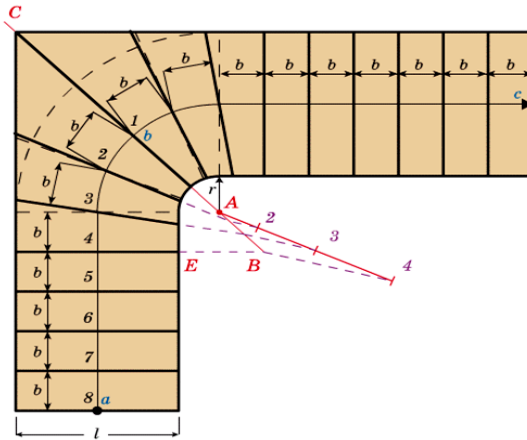


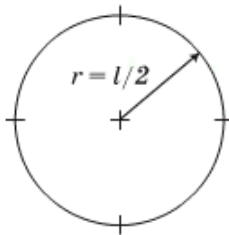
Рис. 37. Графический способ расчета забежных ступеней двухмаршевой лестницы с радиальным поворотом на  $90^\circ$

Лестницы с радиальным поворотом марша сложны для изготовления, для них нужно изготавливать гнутые косоуры, тетивы или делать под ступени другие опоры, повторяющие радиус изгиба лестницы. Поэтому поворотные лестницы с забежными ступенями чаще изготавливают без радиуса изгиба, а просто с прямым поворотом на  $90^\circ$ .

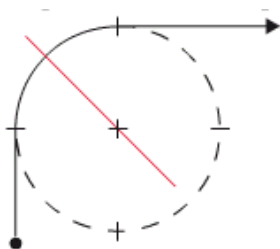
Расчет размеров таких лестниц ведется графическим методом пропорций.

## 11.2. Пример расчета лестницы с забежными ступенями с поворотом на $90^\circ$ без радиуса изгиба

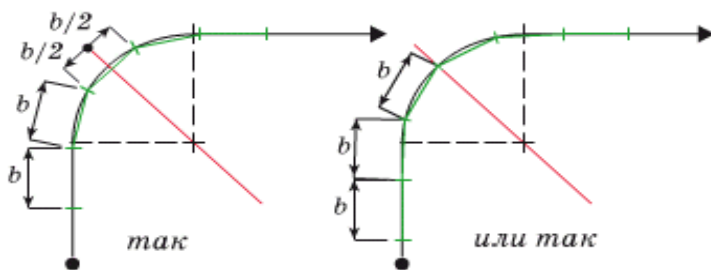
1. Построение лестницы начинаем с вычерчивания окружности радиусом  $l/2$ .



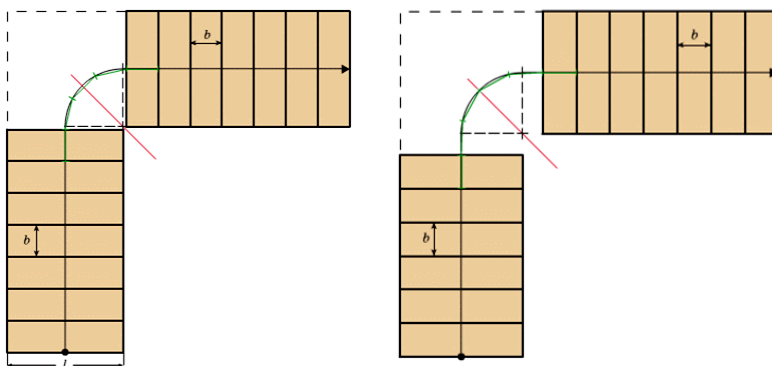
2. Делим окружность под углом  $45^\circ$  и пририсовываем к ней среднюю линию маршей.



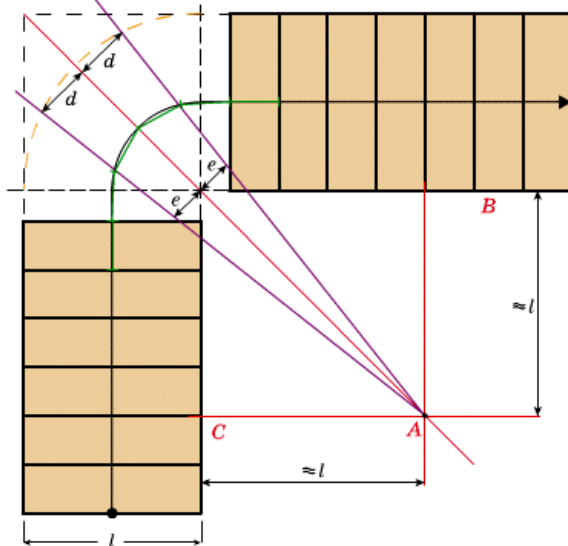
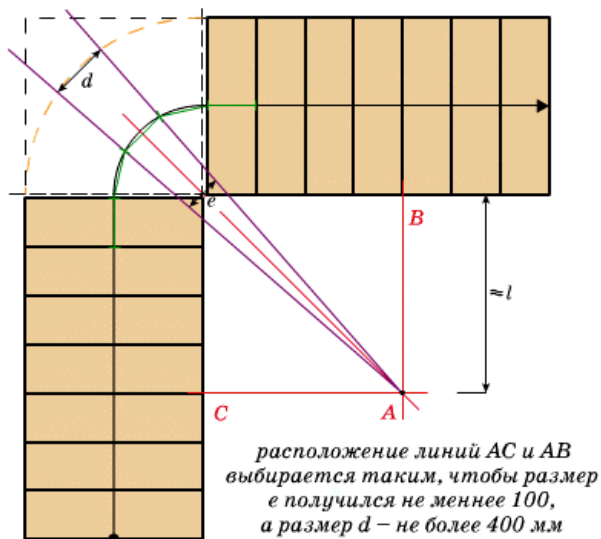
3. Вписываем в среднюю линию отрезки, равные ширине ступени.



4. Вычерчиваем на средней линии прямые лестничные марши.

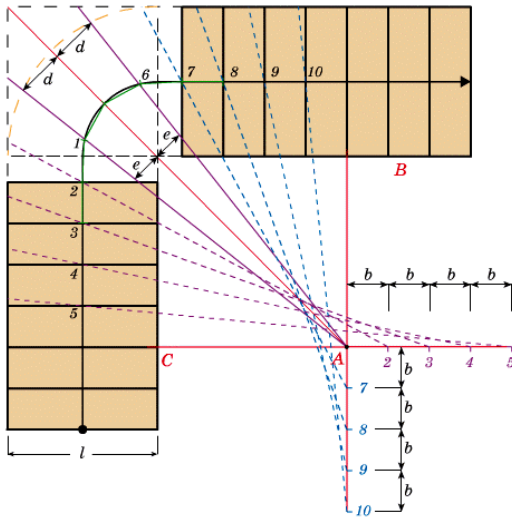
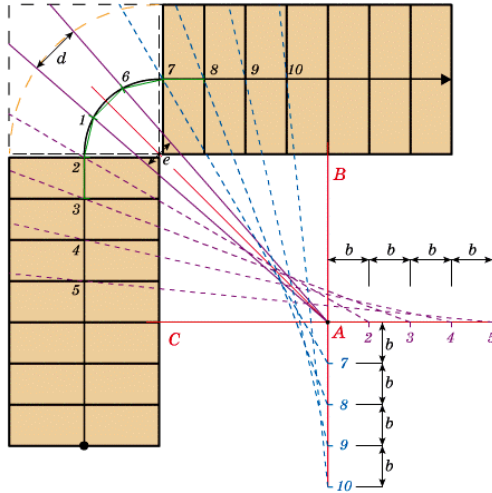


5. По границам ступеней на расстоянии, примерно равном  $l$ , чертим линии  $AC$  и  $AB$ , от которых начинаем расчет забежных ступеней.

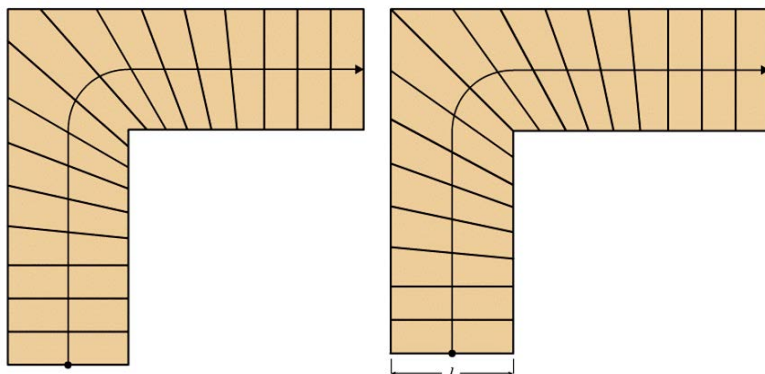


6. На продолжениях линий  $AB$  и  $AC$  наносим разметку отрезками длиной, равной ширине ступени  $b$ .

7. Соединяем соответствующие точки на средней линии лестницы с точками на линиях  $AB$  и  $AC$ . Продлеваем эти линии до границы лестничной клетки.



8. Обводим полученные габариты забежных ступеней и снимаем их размеры с поправкой на масштаб.



Необходимо отметить, что графические расчеты размеров забежных ступенек – неидеальны и показывают не совсем точный результат. Поэтому допускается корректировать размеры ступеней, но так, чтобы ширина ступени по линии движения не менялась. При снятии размеров с чертежа необходимо проверять размерную цепочку всех ступеней путем сложения, так чтобы сумма размеров, снятых с одной стороны ступеней, не получилась больше или меньше действительного размера лестницы на этом участке.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Дома жилые многоквартирные и блокированные. Строительные нормы проектирования = Дамы жылыя аднакватэрныя і блакіраваныя: ТКП 45-3.02-230-2010 (02250). – Введ. 17.12.10. – Минск: М-во архит. и стр-ва Респ. Беларусь, 2010. – 30 с.
2. Эвакуация людей из зданий и сооружений при пожаре. Строительные нормы РБ. Эвакуацыя людзей з будынкаў і збудаванняў пры пажары: СНБ 2.02.02-01. – Введ. 01.07.02. – Минск: М-во архит. и стр-ва Респ. Беларусь, 2002. – 29 с.
3. Ограждения лестниц, балконов и крыш стальные. Государственный стандарт РБ. Агароджы лесвіц, балконаў і дахаў стальные: СТБ 1381-2003. – Введ. 01.07.03. – Минск: М-во архит. и стр-ва Респ. Беларусь, 2003. – 5 с.
4. Элементы лестниц железобетонные и бетонные. Государственный стандарт РБ. Элементы лесвіц жалезабетонныя і бетонныя: СТБ 1169-99. – Введ. 01.07.2000. – Минск: Госстандарт. Беларусь, 2000. – 11 с.
5. Строительство. Основные термины и определения. Будаўніцтва. Асноўныя тэрміны і азначэнні: СТБ 1900-2008. – Введ. 01.03.09. – Минск: Госстандарт. Беларусь, 2009. – 41 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ.....	4
2. КЛАССИФИКАЦИЯ ЛЕСТНИЦ.....	5
3. ТРЕБОВАНИЯ, ПРЕДЪЯВЛЯЕМЫЕ К ЛЕСТНИЦАМ.....	7
4. КОНСТРУКЦИЯ ЛЕСТНИЦ.....	8
5. КРУПНОЭЛЕМЕНТНЫЕ ЛЕСТНИЦЫ.....	9
6. МЕЛКОЭЛЕМЕНТНЫЕ ЛЕСТНИЦЫ.....	19
7. ДЕРЕВЯННЫЕ ЛЕСТНИЦЫ.....	21
7.1. Лестницы на деревянных косоурах.....	22
7.2. Лестницы на деревянных тетивах.....	26
7.3. Комбинированные деревянные лестницы.....	28
7.4. Лестницы на больцах.....	30
7.5. Лестница на косоуре – каскадная балка.....	31
7.6. Лестница со ступенями, опирающимися на стену.....	33
8. РАСЧЕТ РАЗМЕРОВ СТУПЕНЕЙ И УКЛОНА МАРША ЛЕСТНИЦ.....	34
9. ШИРИНА МАРШЕЙ И ПЛОЩАДОК.....	40
10. ВЫСОТА ЛЕСТНИЦЫ И ФОРМА СТУПЕНЕЙ.....	42
11. РАСЧЕТ ЗАБЕЖНЫХ СТУПЕНЕЙ.....	44
11.1. Графические способы расчета забежных ступеней.....	44
11.2. Пример расчета лестницы с забежными ступенями с поворотом на 90° без радиуса изгиба.....	48
ЛИТЕРАТУРА.....	53

Учебное издание

**Константинов** Александр Александрович

ГРАЖДАНСКИЕ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ  
ЗДАНИЯ И СООРУЖЕНИЯ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЛЕСТНИЦ

Методические указания

Редактор *Т. П. Рябцева*  
Технический редактор *Н. Л. Якубовская*  
Корректор *А. М. Павлова*

Подписано в печать 02.11.2016. Формат 60×84<sup>1/16</sup>. Бумага офсетная.  
Ризография. Гарнитура «Таймс». Усл. печ. л. 3,25. Уч.-изд. л. 1,84.  
Тираж 70 экз. Заказ .

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».  
Свидетельство о ГРИИРПИ № 1/52 от 09.10.2013.  
Ул. Мичурина, 13, 213407, г. Горки.

Отпечатано в УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия».  
Ул. Мичурина, 5, 213407, г. Горки.