

Вестник Томского государственного
архитектурно-строительного университета.
2024. Т. 26. № 5. С. 127–150.

ISSN 1607-1859 (для печатной версии)
ISSN 2310-0044 (для электронной версии)

Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo
arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta –
Journal of Construction and Architecture.
2024; 26 (5): 127–150.

Print ISSN 1607-1859
Online ISSN 2310-0044

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 721.03.055:692.6

DOI: 10.31675/1607-1859-2024-26-5-127-150

EDN: KMCZBA

КОНСТРУКЦИИ КАМЕННЫХ ЛЕСТНИЦ В ИСТОРИЧЕСКОЙ ЗАСТРОЙКЕ НА ПРИМЕРЕ АРХИТЕКТУРЫ ТОМСКА КОНЦА XIX – НАЧАЛА XX ВЕКА

**Александр Алексеевич Кутуков, Лариса Степановна Романова,
Евгения Николаевна Колокольцева**

*Томский государственный архитектурно-строительный университет,
г. Томск, Россия*

Аннотация. В статье рассматриваются конструктивные особенности каменных лестниц в исторической застройке, исследуются их изменения в процессе эксплуатации на примере главного корпуса Томского государственного университета, построенного в 1878–1888 гг., и здания на ул. Гоголя, 12, постройки 1908 г.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью учёта особенностей конструкций исторических лестниц при проведении ремонтных и ремонтно-реставрационных работ на объектах культурного наследия и исторических зданиях для максимального сохранения их подлинности.

Цель исследования – изучить конструкции каменных лестниц конца XIX – начала XX в., применявшихся в России и Томске.

Источниковой базой исследования стали издания по строительному искусству конца XIX – начала XX в., что позволило изучить типы и конструкции лестниц, характерные для исследуемого временного периода. Применение комплексного подхода, включающего анализ литературы и общего состояния конструкции, способствовало достижению поставленной цели.

Результаты исследования. В статье впервые собран и обобщён материал по типовым конструктивным решениям каменных лестниц обозначенного временного периода и выявленным особенностям лестниц, применённых на исторических зданиях Томска.

Теоретическая значимость исследования заключается в выявлении конструктивных особенностей каменных лестниц конца XIX – начала XX в. в жилых и общественных зданиях г. Томска.

Практическая значимость результатов исследования заключается в возможности их использовании при проведении ремонтно-реставрационных работ на жилых и общественных каменных объектах исторической застройки Томска исследуемого временного периода.

Ключевые слова: памятник архитектуры, исторический объект, каменные лестницы, сохранение, реставрация

Для цитирования: Кутуков А.А., Романова Л.С., Колокольцева Е.Н. Конструкции каменных лестниц в исторической застройке на примере архитектуры Томска конца XIX – начала XX века // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2024. Т. 26. № 5. С. 127–150. DOI: 10.31675/1607-1859-2024-26-5-127-150. EDN: KMCZBA

ORIGINAL ARTICLE

**STONE STAIRCASE DESIGN IN HISTORICAL BUILDINGS
IN TOMSK LATE IN 19th AND EARLY 20th CENTURIES**

Aleksandr A. Kutukov, Larisa S. Romanova, Evgeniya N. Kolokoltseva
Tomsk State University of Architecture and Building, Tomsk, Russia

Abstract. The paper studies the stone staircase design in Russia and Tomsk on the example of the main building of the former Tomsk Imperial University built in 1878-1888, and the building 12 on Gogol Street built in 1908.

The relevance of the article is conditioned by the necessity to consider historical staircases when carrying out repair and restoration works on the objects of cultural heritage and historical buildings for the maximum preservation of their authenticity.

Purpose: To study the design of stone staircases late in the 19th and early 20th centuries in Russia and Tomsk. The study is based on the analysis of books and manuals on the construction art in 19–20th centuries, allowing to study the types and design of staircases characteristic to that period.

Methodology/approach: The article collects and generalizes the material on typical structural solutions of stone staircases in the historical buildings of Tomsk. An integrated approach including the literature review contributes to the goal achievement.

Practical implications: The obtained results can be used in repair and restoration of residential and public stone objects of historical buildings in Tomsk.

Value: The identification of stone staircase design in the 19–20th centuries in residential and public buildings of the city of Tomsk.

Keywords: architectural monument, historical site, stone staircases, conservation, restoration

For citation: Kutukov A.A., Romanova L.S., Kolokol'tseva E.N. Stone Staircase Design in Historical Buildings in Tomsk Late in 19th and Early 20th Centuries. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo arkhitekturno-stroitel'nogo universiteta – Journal of Construction and Architecture. 2024; 26 (5): 127–150. DOI: 10.31675/1607-1859-2024-26-5-127-150. EDN: KMCZBA

Введение

Конструкции каменных лестниц в исторических зданиях России конца XIX – начала XX в. имеют множество особенностей, многие из которых уже не применяются. Учёт этих особенностей необходим при проведении ремонтных и ремонтно-реставрационных работ на объектах культурного наследия и исторических зданиях для максимального сохранения их подлинности.

Цель исследования – изучить конструкции каменных лестниц конца XIX – начала XX в., применявшихся в России и Томске. Исследование основано на анализе литературы по строительному искусству конца XIX – начала XX в., что позволило изучить типы и конструкции лестниц, характерные для исследуемого временного периода. Комплексный подход, включающий анализ литературных источников и общего состояния конструкции, способствовал достижению поставленной цели.

В статье впервые собран и обобщён материал по типовым конструктивным решениям каменных лестниц и выявленным особенностям, применённым на исторических зданиях Томска.

Теоретическая значимость исследования заключается в выявлении конструктивных особенностей каменных лестниц конца XIX – начала XX в. в жилых и общественных зданиях г. Томска.

Результаты исследования могут быть использованы при проведении ремонтно-реставрационных работ на жилых и общественных каменных объектах исторической застройки Томска исследуемого временного периода.

Изначально лестницы несли исключительно практическую функцию, позволяя перейти с одного этажа на другой. В эпоху Ренессанса фокус внимания перешёл к эстетической стороне этого конструктивного элемента. Лестница стала неотъемлемой частью фасада здания, его интерьера, кроме того, она отражала архитектурный стиль эпохи, ей придавали различные символические смыслы. В настоящее время отсутствие знаний об особенностях конструкций каменных лестниц приводит к утрате их первоначального облика в процессе реставрации [1].

В настоящей работе лестницы исследовались только с точки зрения их конструкции и функционального назначения.

Типы лестниц и их габариты

Пространство, ограниченное стенами и занимаемое лестницей, именуется «лестничной клеткой». Любая лестница состоит из наклонных и горизонтальных плоскостей – маршей и площадок. Каждая ступень включает в себя вертикальную и горизонтальную части – подступёнок и проступь соответственно. Важными характеристиками лестниц являются габариты и пропорции отдельных элементов, соответствующих анатомическому строению и психологическим особенностям человека. Вопрос удобства пользования лестницами исследовался с давних времен. По словам античного архитектора Витрувия: «Действительно, если высоту этажа от верхнего наката до уровня пола внизу разделить на три части, то пять таких частей дадут правильной длины наклон лестничных тетив. Поэтому четыре части, каждая такой же величины, как одна из трех, составляющих высоту между накатом и уровнем пола, должны отойти от отвеса, и здесь надо поставить нижние опоры тетив. При таком устройстве будет правильно выполнено размещение ступеней лестниц» [2].

К устройству лестниц в конце XIX – начале XX в. приступали после возведения основного объёма здания, когда завершился процесс осадки. Измерив длинным бруском реальную высоту этажа, на этом бруске отмечали высоту подступёнков, по которым потом вычерчивали профили ступеней мелом непосредственно на стене. Так же выстраивались и горизонтальные размеры. Своды и арки укладывали на кружалах. В сборной конструкции лестничного марша большое значение придавали постоянству габаритов. Так, Г. Иссель указывает, что один марш от другого в горизонтальной проекции не может отличаться более чем на $\frac{1}{2}$ – $\frac{1}{4}$ части ступени [3, 4].

В каменных домах лестницы и выходы на улицу по закону и исходя из требований пожарной безопасности ставили не более чем на 12 саженой (25–26 м) друг от друга. Лестницы разделяли на парадные – шириной от 5 до 9 аршин (3,6–6,4 м), чистые – от 2 до 4 аршин (1,4–2,9 м), чёрные – от 1,5 до 2 аршин (1,07–1,4 м), чердачные и погребные – от 1 до 1½ аршина (0,7–1,07 м). Полезная ширина лестницы измеряется до поручней. Рекомендованной высотой перил

и поручней считали 19 вершков, или 84,5 см. Высоту лестничного марша закладывали не менее чем на $\frac{1}{2}$ аршина (35 см) больше среднего роста человека. Соответственно, если высота потолка мала, то размеры лестничных маршей делали различными – более низкий короче и с меньшим количеством ступеней [3].

Количество ступеней и их размер были (и остаются) созависимыми, регулируемые высотой этажа, конфигурацией лестницы и усреднённым и немного абстрактным «удобством» для человека. Инженер В.Р. Бернгард советовал в одном лестничном марше размещать не более 13–18 ступеней; другой инженер М.Е. Романович рекомендовал 10–12 ступеней или ориентироваться на площадки через каждые 10, 15 или 20 ступеней, как и зарубежные специалисты, например профессор Nussbaum [5]. Если лестница была слишком длинной, то примерно через каждые 15 ступеней необходимо было выполнять площадки. При высоте этажей более 6 аршин лестницу рекомендовали делать трёхмаршевой. Эти значения были получены эмпирически и обуславливались средней высотой подъёма человека по лестнице без потребности в передышке [1, 6, 7].

Удобная ширина шага человека составляет 12–14 вершков (53,4–62,3 см), а подъём, как считали, требует примерно в два раза больше усилий. Из этих данных следует, что соотношение высоты (a) и ширины (b) ступени должно составлять уравнение, где $S = 2a + b = 12–14$ вершков. Следует отметить, что это значение для парадных лестниц в общественных зданиях чаще принимали как $S = 12$ вершков (53,4 см), для парадных лестниц жилых домов – $S = 13$ вершков (57,8 см), а для чёрных и служебных лестниц – $S = 14$ вершков (62,3 см). Наибольшая высота ступеней не должна была превышать 4 вершков (17,9 см), иначе ширина проступи получалась бы недостаточной – менее 6 вершков (26,7 см). Более подробные значения приведены в табл. 1 [7, 8].

Таблица 1

Значения габаритов ступеней в зависимости от назначения лестницы*

Table 1

Step dimensions depending on the staircase purpose

Высота ступени, вершки	Высота ступени, см	Ширина ступени, вершки	Ширина ступени, см	Назначение лестниц
2	8,89	8	35,56	Для роскошных парадных лестниц
$2\frac{1}{2}$	11,11	7	31,12	
$2\frac{3}{4}$	12,22	$6\frac{1}{2}$	28,89	
3	13,34	7	31,12	Для обычных парадных или чистых лестниц
$3\frac{1}{4}$	14,45	$6\frac{1}{2}$	28,89	
$3\frac{1}{2}$	15,56	6	26,67	
$3\frac{1}{2}$	15,56	7	31,12	Для служебных лестниц
$3\frac{3}{4}$	16,67	$6\frac{1}{2}$	28,89	
4	17,78	6	26,67	
$4\frac{1}{4}$	18,89	$5\frac{1}{2}$	24,45	

*В.Р. Бернгард, в обработке А.А. Кутукова [6].

Инженер Г. Иссель [4] предпочитал следующие пропорции подступёнка и проступи:

- для главных лестниц – 15–17:31 или более удобные: 17:29, 18:27;
- боковых лестниц – 19:24–26;
- служебных лестниц – 20:22.

Ориентиром служили также значения ширины шага S и размеры ступни из таблицы В.Г. Залесского (табл. 2). В среднем принимали $S = 63$ см, $a = 27$ см [9].

Таблица 2

Значения ширины шага и размера ступни человека

Table 2

Step width and size of human foot

Параметры	Длина шага S , см	Размер ступни a , см
Для мужчины	69	27
Для женщины	61	24
Для детей	54	21

Существовал и графический способ определения относительных размеров лестницы (рис. 1) при любом её уклоне. Ниже представлен пример для шага в 63 см и высоты подъёма, равной половине шага, – 31,5 см. Развитием данного способа является таблица Вальтера и Корхаммера (рис. 2) [10].

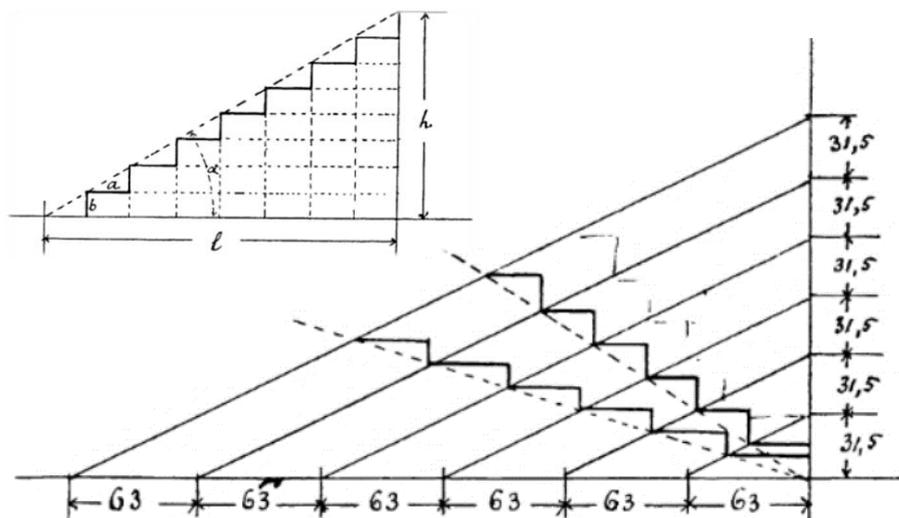


Рис. 1. Графический способ определения размеров ступеней. В.Г. Залесский, 1914 г. [9]
 Fig. 1. Graphical method of determining step dimensions. V.G. Zalessky, 1914 [9]

Кроме того, размеры ступеней исследовал Dr. Mothes и рекомендовал формулу архитектора Wilcke: $S = a + 2/3b$. Другие архитекторы ориентировались на формулу Warth: $S = a + 1,33b = 52$ см и на формулу инженера G.H. Bruns: $S = a + 1,5b = 543$ мм [8].

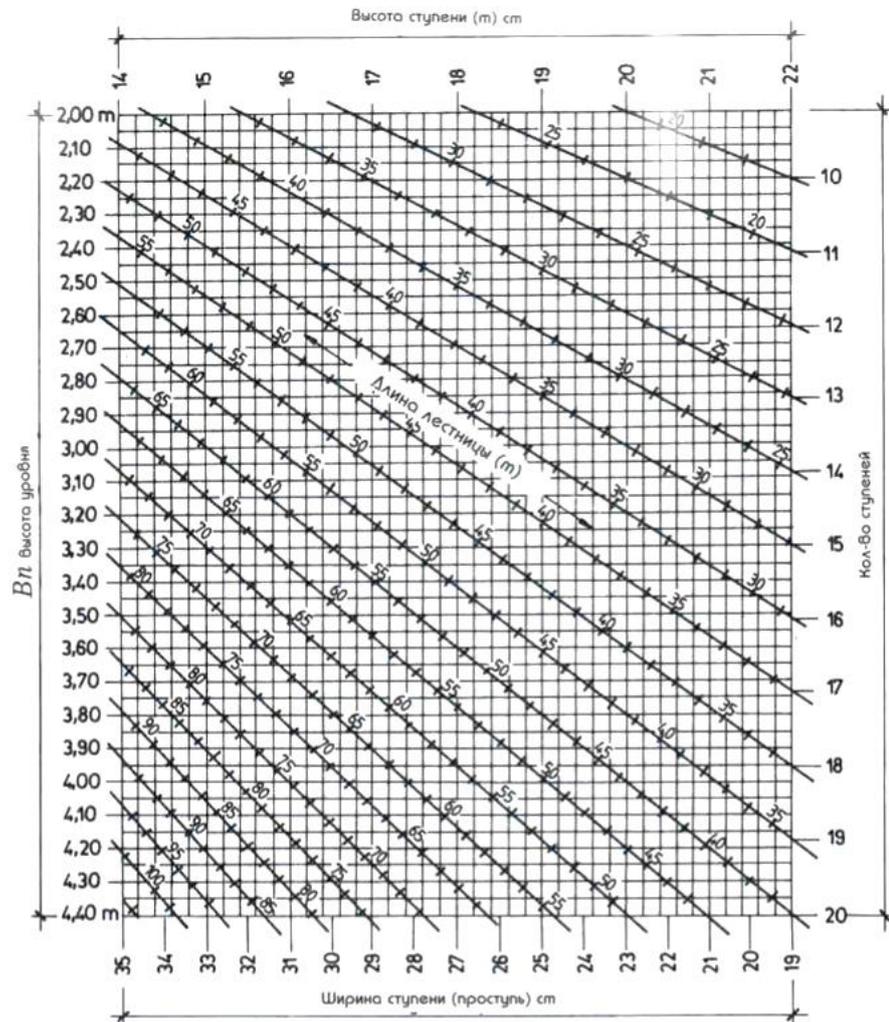


Рис. 2. Таблица Вальтера и Корхаммера для расчёта размеров ступеней при заданной длине пролёта и высоте уровня [10]

Fig. 2. Walter and Korhammer table for calculating step size at a given span length and height [10]

При проектировании различных лестниц, вне зависимости от используемых материалов и назначения, иногда в них устраивали забежные ступени, иначе называемые поворотными. Данный способ позволяет разместить больше ступеней на меньшей площади и, соответственно, сократить горизонтальную проекцию лестничного марша при той же высоте его подъёма без серьёзного уменьшения рабочей ширины проступи. Для забежных ступеней в самой узкой части проступь не должна была быть меньше 2 вершков (9 см), а по линии всхода – равной ширине прямых ступеней¹. Устройство лестниц с забежными ступенями рекомендовано только при наличии отдельной прямой лестницы,

¹ Линия всхода – это усреднённая траектория подъёма человека по лестнице, проходящая через середины ступеней и лестничных маршей.

которая позволяет вносить на верхние этажи или спускать с них габаритные и тяжёлые предметы. Проектирование и расчёт лестниц с забежными ступенями или винтовых производили различными способами, в частности способом развёртки, полуокружностей и пропорционального деления [4].

Конструкции наружных лестниц

Согласно строительному уставу, ступени крыльца не могли выступать за красную линию более чем на 8 вершков (35–36 см). Для стока воды ступени устраивались с небольшим уклоном (около $\frac{1}{8}$ дюйма), который с износом только увеличивался. В северных районах устраивали меньше ступеней снаружи (одну-две), т. к. зимой они становились скользкими и требовали постоянной очистки [7].

Крыльца подвергаются перепадам температур и другим атмосферным явлениям, поэтому требования к долговечности используемых материалов повышены. Существовал способ устройства всего крыльца из кирпича, требовавший установки его на ребро и покрытия поверхностным слоем цементно-песчаного раствора. Однако данный способ отмечен как не рекомендованный ввиду своей ненадёжности и недолговечности. Гораздо практичнее облицовка терракотовой плиткой, цельным камнем, металлом (часто чугуном) или древесиной. Например, в качестве материала ступеней мог служить песчаник и гранит (путиловская плита в Санкт-Петербурге, тарусский камень в Москве) [1]. Открытость конструкции крыльца воздействию атмосферных осадков требует устройства защиты от их влияния. Так, форма ступеней содержала в себе специальные пазогребневые соединения или канты (рис. 3), предотвращающие просачивание влаги сквозь стыки ступеней. Размер нахлёста верхней ступени над нижней составлял 2–4 см [4].

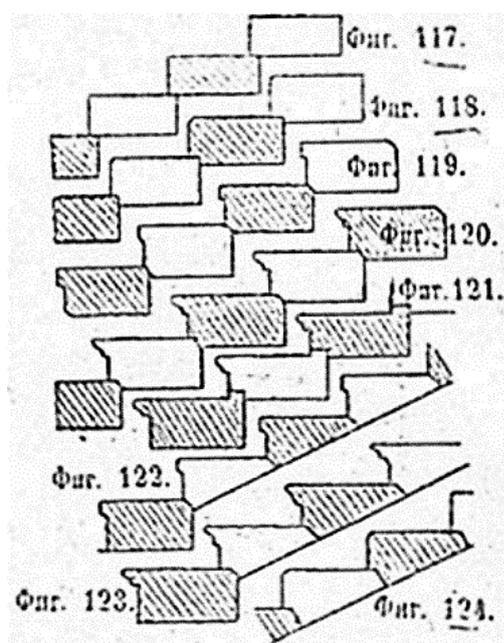


Рис. 3. Профили ступеней наружных лестниц. Г. Иссель, 1917 г. [4]

Fig. 3. Profiles of outdoor stair treads. G. Issel, 1917 [4]

Существовало несколько конструкций устройства крыльца. На рис. 4 показан способ устройства крыльца на двух боковых щековых стенах, или щёках. При небольшом количестве ступеней толщину щеки делали в 25 см, при более чем 6 ступеней – увеличивали до 38 см. При этом ступени укладывали по принципу косоуров или тетивы, т. е. с опорой ступеней на плоскость щеки или с заделкой концов внутрь. Под ступенями, помимо фальцев, выполняли гидроизолирующий защитный слой из асфальта или цемента. Если длина цельного участка ступени превышала 2–2,5 м для песчаника и известняка или 3 м для гранита, то добавляли дополнительную стенку в 2 кирпича для сокращения свободного пролёта [4].

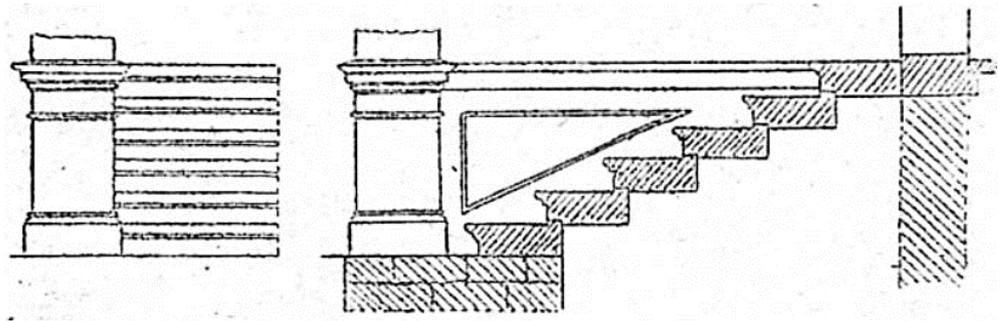


Рис. 4. Конструкция крыльца на двух щёках. Г. Иссель, 1917 г. [4]

Fig. 4. Porch construction on two cheeks. G. Issel, 1917 [4]

На рис. 5 изображено устройство наружного крыльца на кирпичной арке, сложенной на цементном растворе и перекинутой от фундамента до каменных столбов, выведенных до горизонта земли [3].

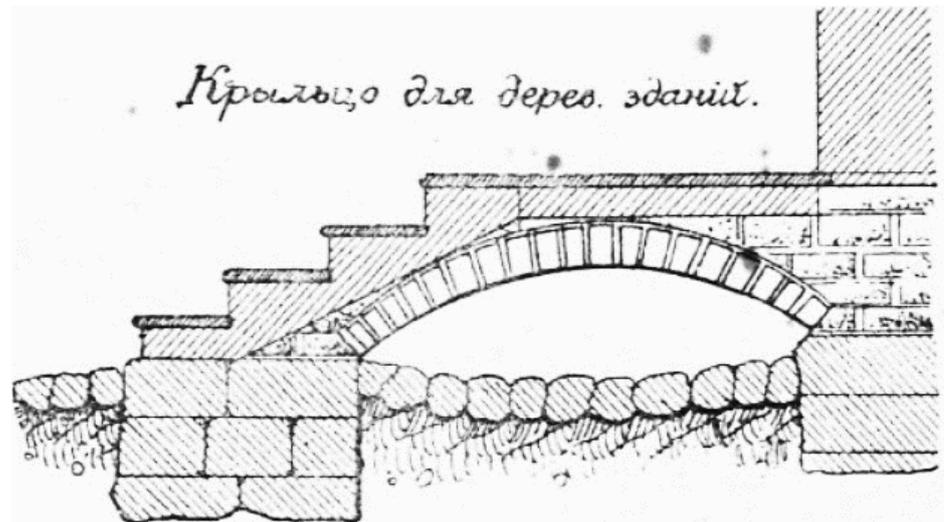


Рис. 5. Профили ступеней наружных лестниц. Л. Брониш, В. Фишер, 1914 г. [3]

Fig. 5. Profiles of outdoor stair treads. L. Bronisch, W. Fischer, 1914 [3]

Конструкции внутренних лестниц

Внутренние лестницы составляли из цельного камня или из набора более мелких камней, кирпича. Обшивка ступеней выполнялась из камня, деревянных сосновых или дубовых досок толщиной 5–7 см на проступи и 2–3 см толщиной на подступёнке, цементного покрытия (вариант недолговечный), железных полос и пластин. Материал ступеней не должен быть ни слишком мягок – это приводит к их быстрому истиранию, ни слишком твёрд – такой материал делает их более скользкими. Если применяли особо твёрдый материал, например гранит или порфир, то его обычно покрывали ковром или линолеумом. Линолеум в те времена – напоминающий кожу материал из эластичной пробковой массы и натуральной олифы толщиной 3–4 мм. Для фиксации коврового покрытия использовали металлические (железные никелированные, бронзовые или медные) прутья, продетые сквозь кольца, заделанные в ступени (рис. 6). Если оставляли ступени без покрытия, то ни в коем случае не шлифовали [1, 7].

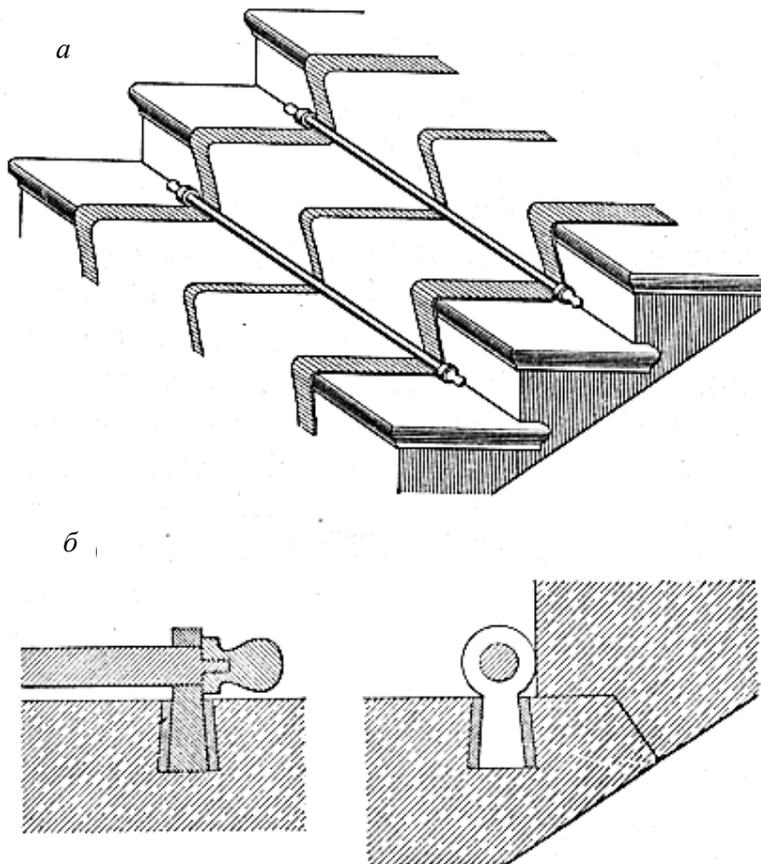


Рис. 6. Способы устройства крепежа коврового покрытия на лестнице. В.Р. Бернгард, 1903 г. [7]:

a – изометрическое изображение; *b* – сечения

Fig. 6. Methods of carpet fixing on stairs. W.R. Berngard, 1903 [7]:

a – isometric image; *b* – cross sections

Внешнее ребро ступеней больше всего подвержено износу, поэтому нередко использовали отделку железом. Для того чтобы сберечь нужный угол, его скашивали или закругляли (рис. 7).

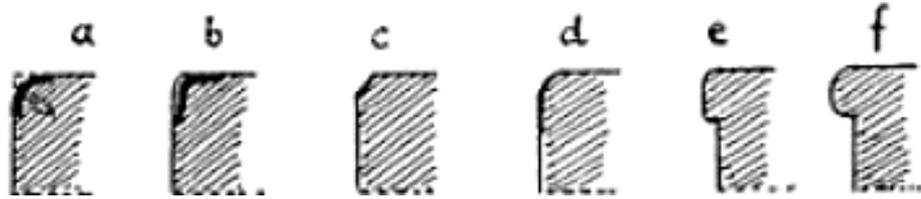


Рис. 7. Способы отделки ребер ступеней. М.Е. Романович, 1903 г. [1]:

a, b – металлом; *c, d* – подтёской; *e, f* – подтёской с выпуском

Fig. 7. Methods of finishing ribs of steps. М.Е. Romanovich, 1903 [1]:

a, b – with metal; *c, d* – by undercut; *e, f* – by undercut with a release

На рис. 8 представлена схема распиловки и подтёски камня для ступеней. Данный способ чаще применялся для ступеней внутренних лестниц, поскольку позволял экономней расходовать более дорогой, чем снаружи, материал, обеспечить меньший вес конструкции и создать ровную поверхность нижней части марша. Внутреннюю поверхность марша, в зависимости от назначения лестницы, оставляли как есть, подшивали древесиной или оштукатуривали. Металлические балки, если использовались, красили или обматывали железной проволокой, пространство за ней могли заполнять щебнем или углём. Поверхность проволоки оштукатуривали алебастром [1].

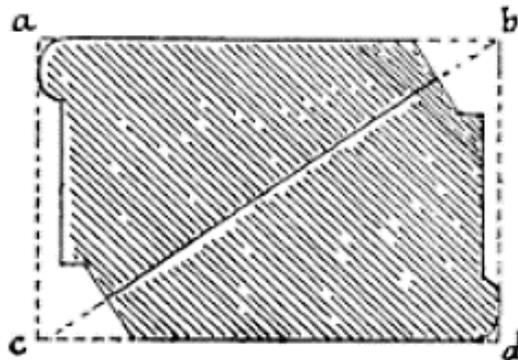


Рис. 8. Схема распиловки и подтёски камня для ступеней. М.Е. Романович, 1903 г. [1]

Fig. 8. Scheme of sawing and stone undercutting for steps. М.Е. Romanovich, 1903 [1]

Конструкции висячих лестниц

Принцип работы висячих лестниц основан на заделке концов ступеней в стены с передачей нагрузки от вышележащих ступеней к нижележащим до самой площадки. Концы ступеней при свободной длине до 0,65 сажени (1,4 м), согласно рекомендациям В.Р. Бернгарда, заделывались в стены не менее чем на 0,12 сажени (25 см), а при длине от 0,65 до 1 сажени (1,4–2,1 м) – на 0,18 сажени

(38 см). При этом Г. Иссель писал о заделке на 13 см при 1,5-метровом вылете и на 25 см при большем вылете ступеней. Применявшийся материал – песчаник, известняк, гранит и сиенит.

Сопряжение ступеней выполняли одним из трех способов: внахлесту с заходом одной ступени на другую на 1–1½ дюйма; впритык; с фальцем (рис. 9). Первые два способа были наиболее распространены, несмотря на то, что третий, более рациональный, позволял выполнять заделку ступеней на 0,06 сажени (12 см). Размеры фальцев при этом составляли: горизонтальная часть – около 1 дюйма, нормальная к маршу – 1½ дюйма. Заглублённые в стену концы часто не обтесывали, сохраняя прямоугольную форму (рис. 10) [7].

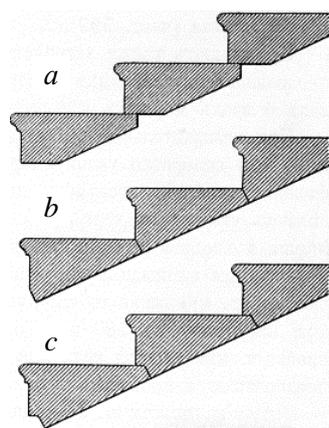


Рис. 9. Схемы сопряжения ступеней.
В.Р. Бернгард, 1903 г. [7]:
а – внахлестку; б – впритык;
с – фальцевое

Fig. 9. Schemes of step joining.
W.R. Berggard, 1903 [7]:
а – lap joint; б – snugly joint;
с – rebate

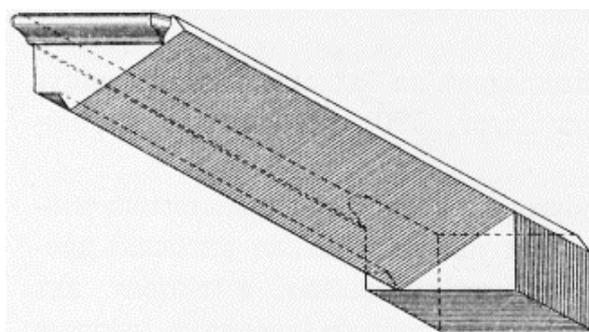


Рис. 10. Метод подтески висячей ступени с прямоугольным участком. В.Р. Бернгард, 1903 г. [7]

Fig. 10. Undercutting a hanging step with a rectangular section. W.R. Berggard, 1903 [7]

Ширина свободного конца ступеней обычно не превышала 1,5 см, однако для конструкций из железобетона и металлов могла быть увеличена. Заделка площадочной ступени в стену выполнялась на 5–6 вершков (22–26 см), заделка остальных составляла 3 вершка (13,4 см). Обязательным условием было чередование, когда каждая 4-я и 5-я ступень снова заделывалась в стену на 6 вершков. Нижней поверхности марша придавали форму плоской кривой с подъемом в центре 4–5 см (рис. 11). Монтаж висячих ступеней производился только после возведения стен, для заделки использовали цементный или алебастровый раствор. Однако Г. Иссель рекомендовал обратное: выполнять возведение лестниц такой конструкции одновременно со стенами, поддерживая ступени снизу до отверждения раствора. Лестничные площадки выполняли из цельных плит. Промежуточные площадки могли заделывать в стену насквозь, а угловым достаточно было опоры по двум сторонам. В этой конструкции также применимы площадки на балках или сводах [1, 4].

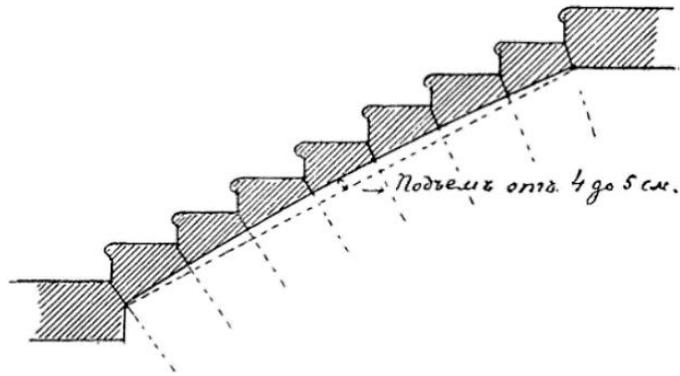


Рис. 11. Форма марша висячей лестницы. М.Е. Романович, 1903 г. [1]
 Fig. 11. Hanging ladder shape. M.E. Romanovich, 1903 [1]

Конструкции лестниц с опорой на две стены

Лестницы исключительно с опорой на стены выполнялись редко. Данный способ был надёжным, но скрадывал много пространства и света. Часто таким способом возводили только первый марш с целью создания эксплуатируемого пространства кладовой или помещения швейцара (рис. 12). При устройстве более чем одного марша опору ступеней на стены выполняли не менее чем на 3 вершка (13,4 см). Толщина средней стенки составляла 1–2½ кирпича с наименьшей шириной под верхним маршем. Площадки иногда выполняли из цельных плит, поддерживаемых лучковым или крестовым плоским сводом или арками с опорой пяты на среднюю поддерживающую стенку [7].

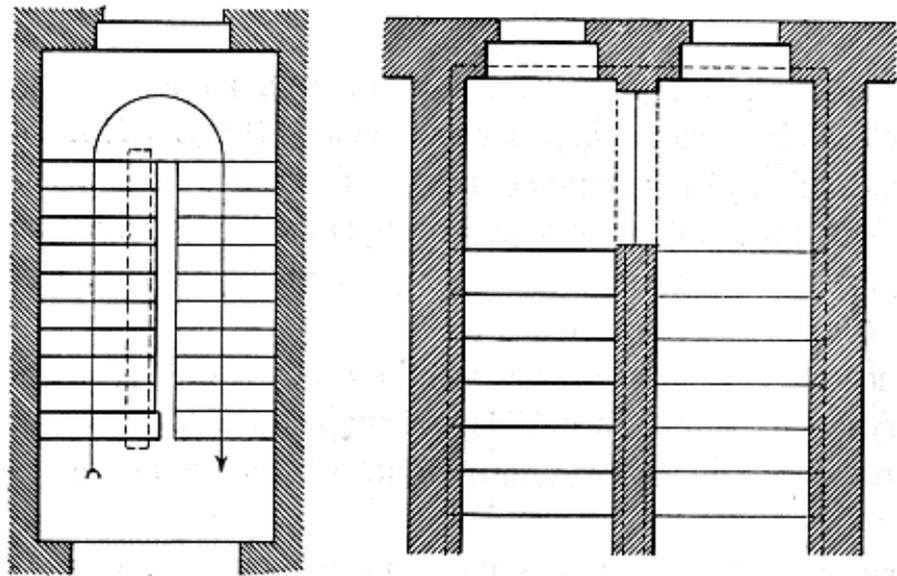


Рис. 12. План лестниц с опорой на двух стенах. В.Р. Бернгард, 1903 г. [7]
 Fig. 12. Stairs with support on two walls. V.R. Bergard, 1903 [7]

Был разработан способ повышения освещённости такой лестницы (рис. 13). В проёмах на столбах в $2\frac{1}{2}$ – $3\frac{1}{2}$ кирпича размещали ползучие арки для распределения нагрузки от маршей. Арки выполняли на цементном растворе толщиной в $1\frac{1}{2}$ кирпича и с подъёмом в $\frac{1}{9}$ – $\frac{1}{12}$ пролёта [1].

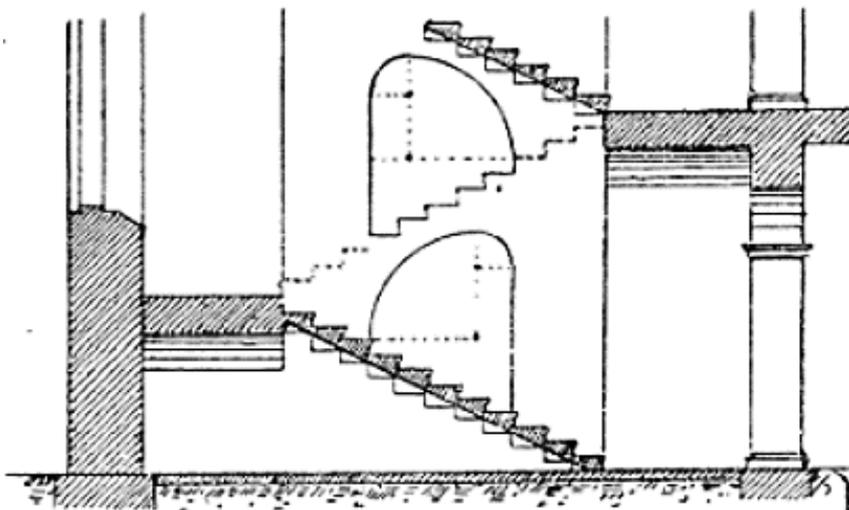


Рис. 13. Способ повышения освещённости лестниц, выполненных с опорой на две стены. М.Е. Романович, 1903 г. [1]

Fig. 13. Method of increasing illumination of staircases made with support on two walls. M.E. Romanovich, 1903 [1]

Конструкции лестниц на сводах и арках

Лестницы на сводах отличались возможностью применения более мелкого материала, например кирпича, вместо цельных плит. Конструкции таких лестниц имели вариации: своды маршей могли опираться и на внешние, и на внутренние стены, и на арки на столбах, и на металлические балки; сами своды применялись плоские цилиндрические, крестовые, парусные и пр.

Лестницы из кирпича могли устраиваться полностью на ползучих сводах, где проступи выполнялись из различных каменных плит или оштукатуривались. Более подходящим считался способ с заделкой в кирпичную кладку свода деревянных пробок трапециевидной или прямоугольной формы (рис. 14), к которым привинчивались или прибивались деревянные проступи из дуба или бука. При ширине маршей до 2,5 м толщина поперечных сводиков задавалась не более $\frac{1}{2}$ кирпича с подъёмом не менее $\frac{1}{8}$ длины пролёта или ступени. Более тонкими могли выполняться железобетонные своды (рис. 15, а) – $1\frac{1}{2}$ вершка толщиной. Для привинчивания проступей устраивались деревянные косоуры, в двух местах по длине марша заделываемые в бетон (рис. 15, б). Альтернативой являлись деревянные пробки под каждую проступь, монтируемые в бетон [1, 7].

Левая часть рис. 16 демонстрирует устройство трёхмаршевой лестницы на столбах (колоннах) и плоских парусных сводах. Парусные своды в ней распределяют нагрузку на четыре пяты. Стрела парусного свода составляет $\frac{1}{6}$ – $\frac{1}{10}$

его длины. Своды в данной конструкции рекомендовали класть на цементно-песчаный раствор, избегая тем самым потребности в металлических связях, которые, тем не менее, могли быть применены в индивидуальном порядке. При ширине лестницы больше 1,5 м и длине арки 4–5 м необходимо было выполнить утолщённый архивольт шириной в 25 см [4, 7].

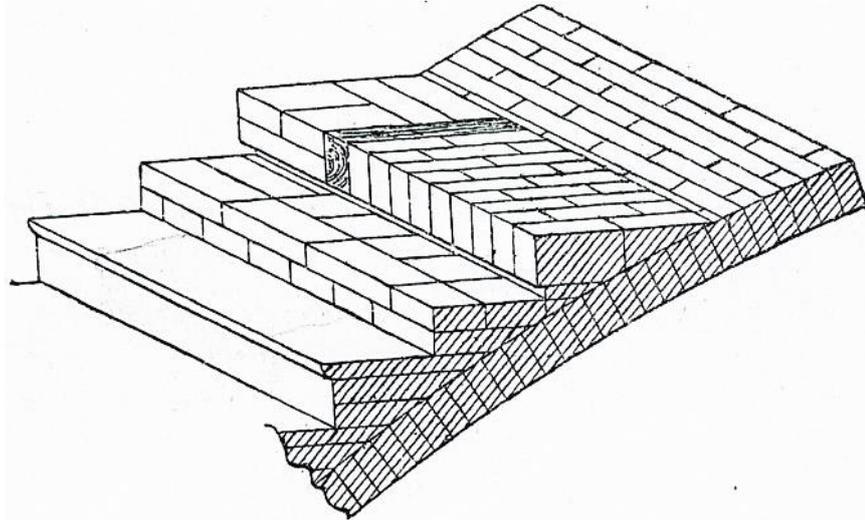


Рис. 14. Лестница на кирпичном своде с деревянной пробкой для монтажа проступей. В.Р. Бернгард, 1903 г. [7]

Fig. 14. Staircase on brick vault with wooden plug for mounting treads. W.R. Bergard, 1903 [7]

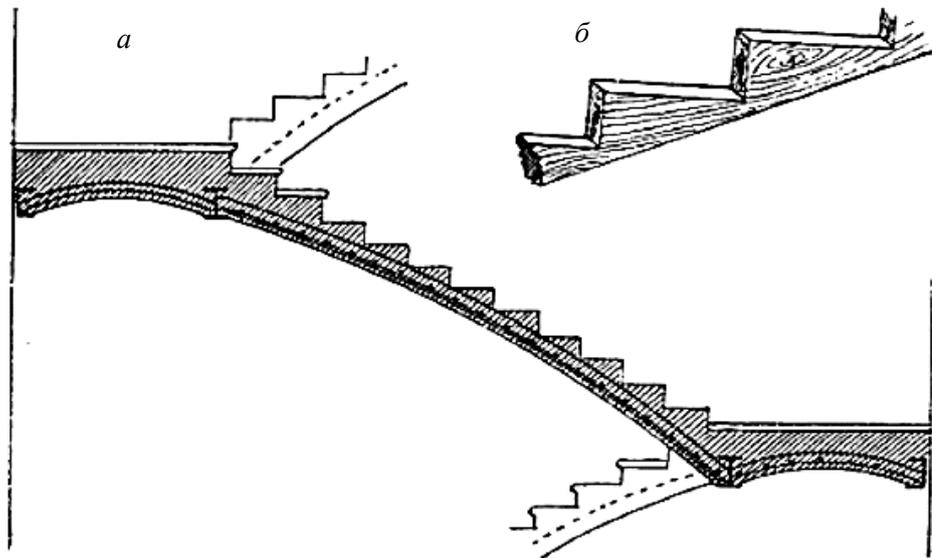


Рис. 15. Железобетонные своды маршей (а) и деревянный косоур для него (б). М.Е. Романович, 1903 г. [1]

Fig. 15. Reinforced concrete march vaults (a) and wooden ridge (b). M.E. Romanovich, 1903 [1]

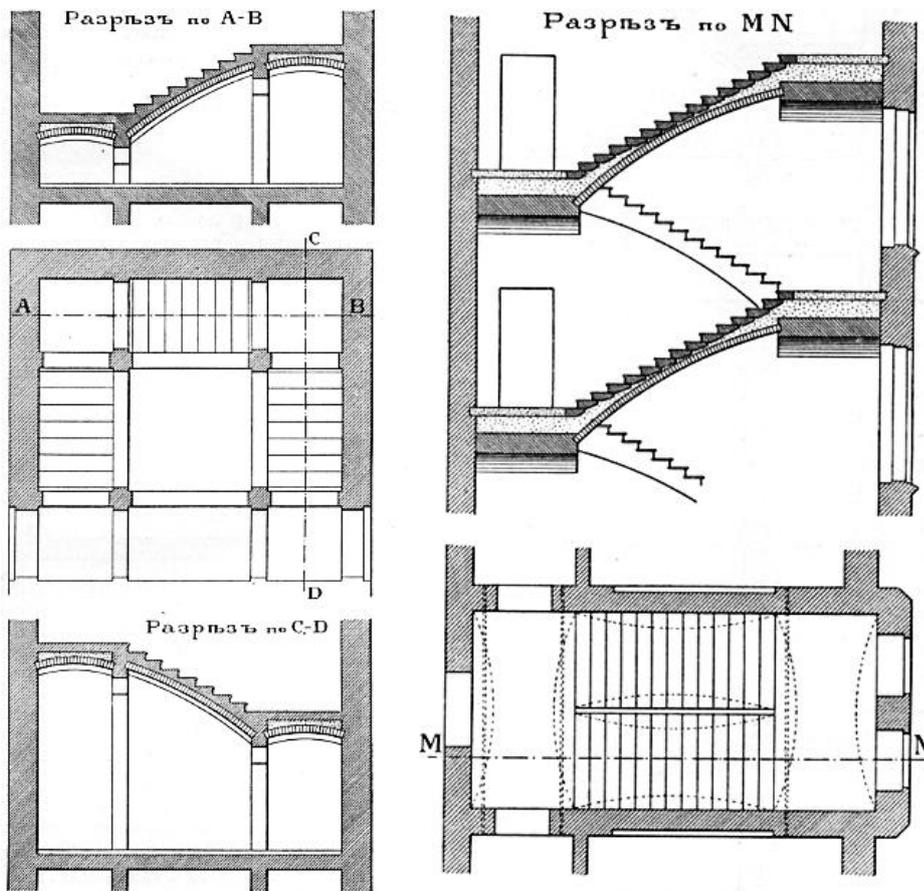


Рис. 16. Лестницы на сводах. В.Р. Бернгард, 1903 г. [7]

Fig. 16. Stairs on vaults. W.R. Berngard, 1903 [7]

В правой части рис. 16 изображены лестницы на ползучих сводах и арках: опорой для сводов, поддерживающих ступени, служат площадочные своды в $1\frac{1}{2}$ кирпича, утолщённые к пятам, с пазами под пяты ползучих сводов маршей. Ступени уложены непосредственно на ползучие своды с докомпоновкой кирпичом. Своды под маршами обычно выполняли толщиной $\frac{1}{2}$ кирпича и с выносом от $\frac{1}{9}$ до $\frac{1}{12}$ пролёта в сторону ступеней. На площадочные своды насыпали слой заполнителя: песка или просеянного строительного мусора, по которому выполнялась бетонная подготовка под материал площадки. Недостатком конструкции считали недостаточную прочность опорных частей пят ползучих сводов, вырубаемых в площадках и не способных равномерно передавать нагрузку. Для более равномерного распределения нагрузки под пяты ползучего свода подставляли рельсы или другие металлические балки [7].

Лестницы на косоурах

Лестницы на косоурах наиболее часто применялись в каменных жилых домах. Они представляют собой каменные, металлические или деревянные сту-

пени, лежащие сверху на прямых, в основном металлических, направляющих. Согласно Бернгарду, косоуры представляют собой попарно соединённые полосы 3-дюймового железа толщиной $\frac{1}{2}$ – $\frac{5}{8}$ дюйма, подкладываемые под свободные концы ступеней на расстоянии 2–3 вершка от края. В ступенях выполнены специальные углубления, а в косоурах – выступы. Де-Рошенфор указывает более широкий спектр размеров одинарных полос 3 – $3\frac{1}{2} \times \frac{5}{8}$ –1 дюйма или парных полос $2\frac{1}{4}$ – $2\frac{3}{4} \times \frac{1}{2}$ – $\frac{3}{4}$ дюйма, стянутых хомутами (рис. 17); при этом узкие выполнялись плоскими, а широкие – с замками и закраинами. Данная конструкция подвергалась критике по нескольким критериям: сечение металлических полос не выдерживало изгибающего момента и не могло предотвратить обрушения или деформации лестницы, особенно в случае пожара, когда металл под воздействием температуры теряет свою прочность и значительно прогибается. В случаях, где данная конструкция применима, ступени часто бывали глубоко заделаны в стену (> 3 вершков); благодаря этому и естественному нахлёсту ступеней вся конструкция держала саму себя наподобие висячей. Там же, где косоур действительно работал, марши в скором времени подвергались значительным просадкам [7, 8].

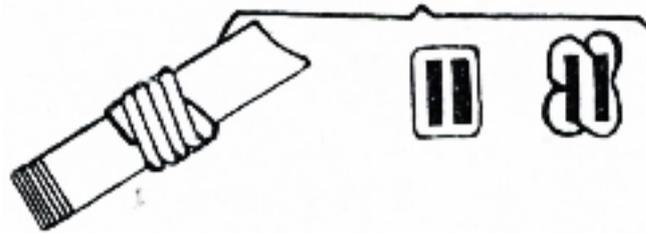


Рис. 17. Конструкция плоского косоура. Н.И. де-Рошенфор, 1916 г. [8]

Fig. 17. Flat stringer. N.I. de Roehenfort, 1916 [8]

Площадь поперечного сечения косоуров определяли из расчета собственного веса марша и временной нагрузки 180–275 пудов на 1 саж².

Более развитой формой лестницы на косоурах являлась конструкция по двутавровым или «котельным» балкам, или же фермам. Упор тетивы или косоура приходился в балки лестничной площадки, заделанные в кладку на 4 вершка (17–18 см). Крепление производили уголками на заклёпки или болты. Под марши применяли балки высотой 6–8 дюймов, для поперечной балки площадки – 5 дюймов.

Фризовая ступень выполнялась как цельная, так и раздельная, на каждый марш. Небольшое смещение (рис. 18, а) позволяло использовать прямую балку косоура, без характерного (рис. 18, б) изгиба.

Лестничная площадка могла также быть оперта на продолжение балки косоура, собранной из двух других балок, соединённых пластинами на заклёпках или болтах (рис. 19) [7].

Низ косоура, поддерживающего первый марш, упирался в кирпичную кладку (рис. 20) и крепился или на болтовом соединении со специальной закладной, или через чугунный башмак.

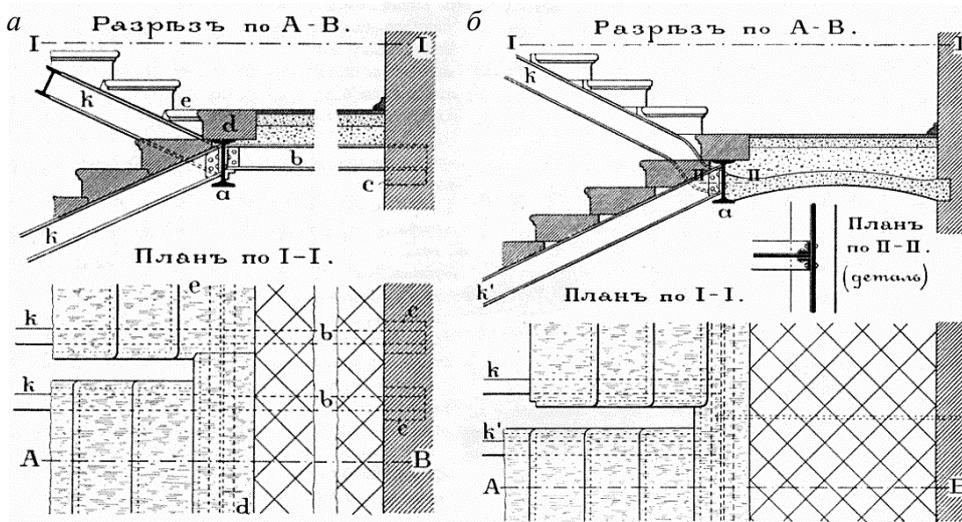


Рис. 18. Лестницы на двутавровых косоурах. В.Р. Бернгард, 1903 г. [7]:
 а – с раздельной фризовой ступенью; б – с цельной фризовой ступенью
 Fig. 18. Staircases on I-beam brackets. V.R. Bergard, 1903 [7]:
 а – with separate fascia step; б – with one-piece fascia step

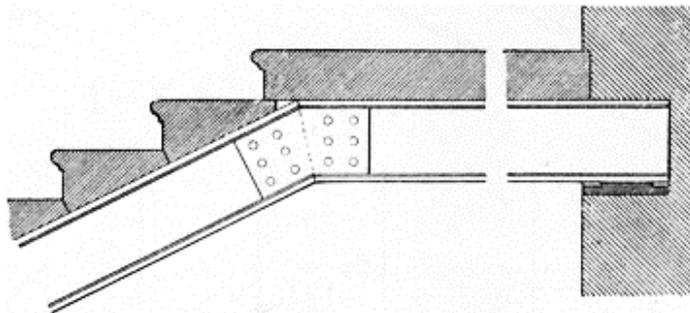


Рис. 19. Устройство лестничной площадки на продолжении профильной балки косоура. В.Р. Бернгард, 1903 г. [7]
 Fig. 19. Arrangement of stair landing on profile beam of the girder. V.R. Bergard, 1903 [7]

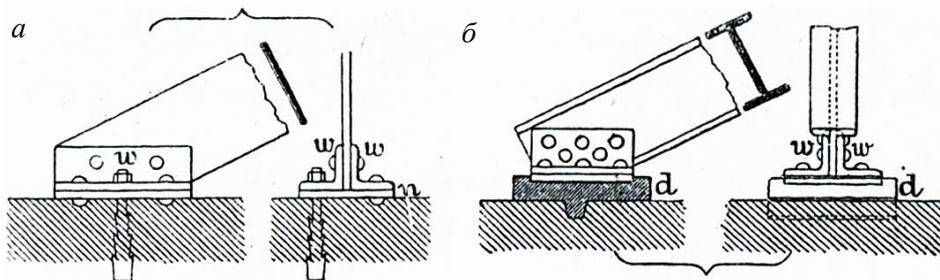


Рис. 20. Устройство нижнего узла примыкания балки косоура. М.Е. Романович, 1903 г. [1]:
 а – анкерное крепление; б – с помощью чугунного «башмака»
 Fig. 20. Arrangement of lower junction of the girder. M.E. Romanovich, 1903 [1]:
 а – anchoring; б – with the help of a cast-iron "shoe"

Как было отмечено выше, лестницы на плоских косоурах очень часто работали как висячие. Развитием этого типа конструкции стали лестницы на косоурах с одной стороны и с заделкой в стены с другой. При применении плоского косоура они во многом аналогичны висячим и косоур выполнял скорее поддерживающую функцию, чем силовую; в то время как наличие профильной балки вроде двутавра обеспечивало необходимую опору ступеням.

Лестницы в исторических зданиях Томска

Основные межэтажные связи главного корпуса ТГУ, построенного в 1878–1888 гг., остаются в рабочем состоянии и эксплуатируются до настоящего времени. В здании размещено двенадцать лестниц, четыре из которых относятся к служебным. Основной материал ступеней – камень песчаник. Габариты ступеней в среднем одинаковы. Дифференциация обусловлена в основном наличием поздней облицовки и неравномерного износа. Подлинный вид сохранили малоэксплуатируемые лестницы, ведущие в чердачное пространство.

Главная парадная лестница трёхмаршевая, расположена в осях 13-18, А-И (рис. 21), осуществляет связь между фойе, цокольным, первым и вторым этажами. Окна лестничной площадки ориентированы на запад.

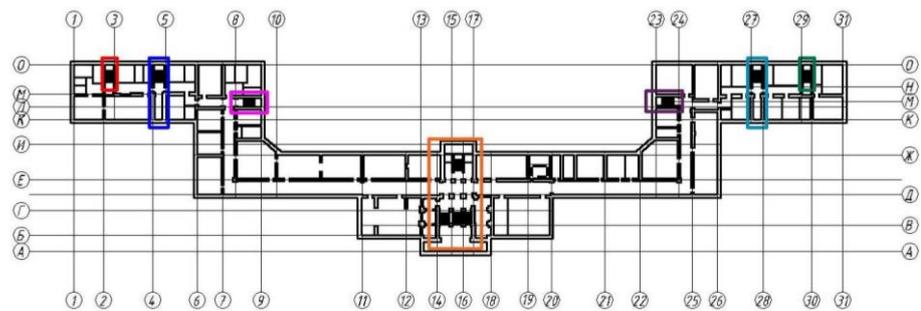


Рис. 21. План первого этажа главного корпуса ТГУ по планам БТИ, 2006 г.
Fig. 21. Plan of the ground floor of the main TSU building, 2006

Тип конструкции лестницы смешанный. Первые марши, ведущие с первого на цокольный этаж, выполнены по грунту, симметричные. Второй марш – центральный, ведущий с первого этажа до первой промежуточной площадки – на ползучих сводах, закрытых по бокам щеками. Третий марш снова выполнен симметрично, конструкция на металлических предварительно напряжённых косоурах из кованого железа; выполнено декоративное дополнение на нижней поверхности марша, имитирующее ползучий свод. Предварительное напряжение косоура из полосовой стали 7,5×1,25 см производили нагревом перед анкерровкой, чтобы температурные деформации в процессе остывания стали создали необходимое натяжение. Крепление двух расположенных рядом полос косоуров производилось металлическими хомутами, соединёнными кузнечной сваркой. Габариты первого марша – 2,51×2,4 м, высота подступёнка – 170 мм, ширина проступи – 350 мм; площадка первого этажа – 3,8×10,5 м на цилиндрическом своде. Габариты центрального марша (рис. 22) – 2,5×2,4 м, высота подступёнка –

130–140 мм, ширина проступи – 340 мм; площадка межэтажная – $2,8 \times 10,5$ м на крестовых парусных сводах, поддерживаемых колоннами. Габариты третьего марша: ширина – 3,5 м, высота подступёнка – 130 мм, ширина проступи – 350 мм. Площадка второго этажа на цилиндрическом своде – $3,5 \times 10,5$ м. Материалы: ступени из песчаника, своды кирпичные, косоуры металлические. Поверхность ступеней частично открыта современными материалами – мраморной и керамогранитной плиткой, боковые поверхности окрашены эмалевой краской. Сохранились открытыми ступени межэтажной лестницы, имеющие видимый износ, часть напольного покрытия из метлахской плитки в арочном проёме [11].

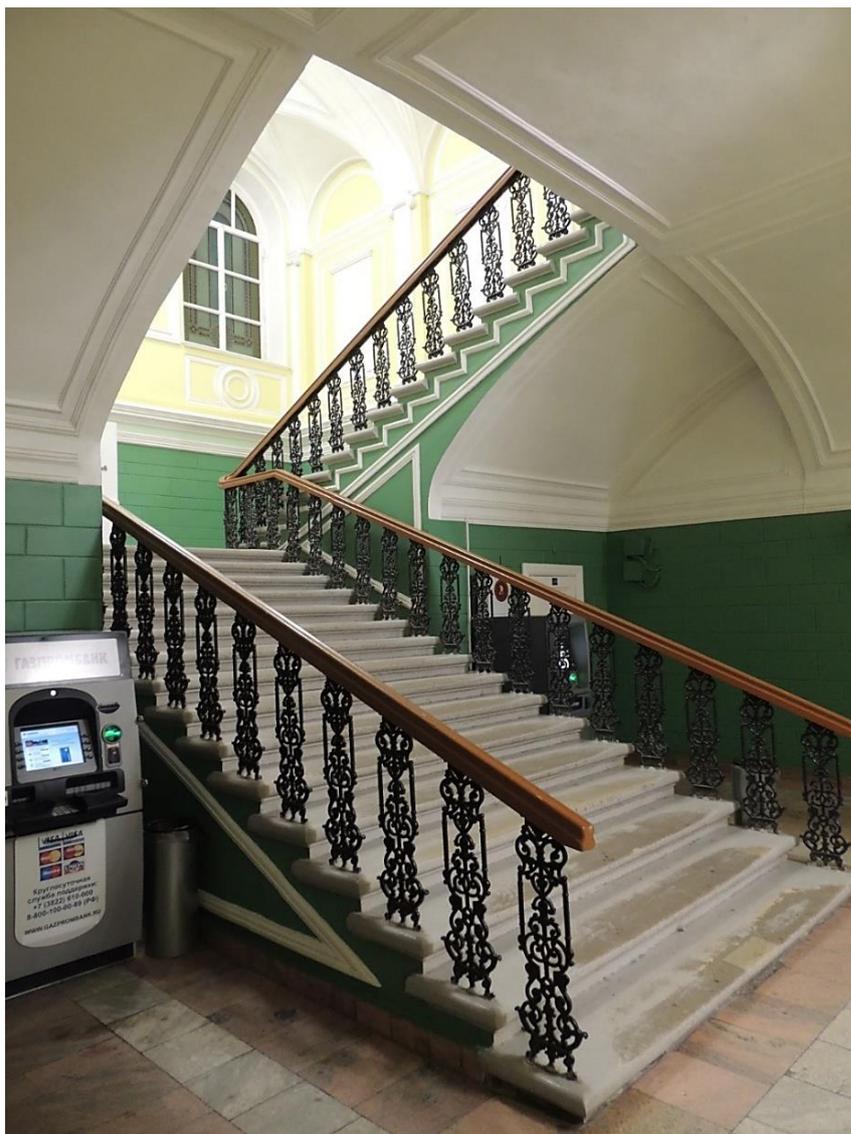


Рис. 22. Фотофиксация парадной лестницы главного корпуса ТГУ. Фото М.А. Вольных, 2016 г.
Fig. 22. Front staircase of the main TSU building. Photo by M.A. Volnykh, 2016

Вестибюльная лестница четырёхмаршевая, расположена в осях 19-20, Д-Е (рис. 21), соединяет второй и третий этажи. Окна лестничной площадки ориентированы на запад. Тип конструкции – на металлических косоурах с опиранием одной стороной на стену, а другой на косоур из железнодорожного рельса, обрезанного до зигзагообразного профиля сечения. Материал ступеней – песчаник, износ минимальный. Ширина маршей – 1,4 м, высота подступёнка – 120–130 мм, ширина проступи – 340–350 мм (рис. 23). На рис. 24 представлена часть лестничного марша с площадкой, консольный вынос которой опирается на стену и конструкцию подкоса из железнодорожного рельса обрезанного сечения² [11].



Рис. 23. Обмерочный чертеж профиля ступени. Чертёж М.А. Вольных, 2016 г.
Fig. 23. Measurement drawing of the step profile. Drawing by M.A. Volnykh, 2016



Рис. 24. Фотофиксация общего вида лестничной клетки главного корпуса ТГУ. Фото М.А. Вольных, 2016 г.
Fig. 24. General view of stairwell in the main TSU building. Photo by M.A. Volnykh, 2016

² Вольных М.А. Лестницы главного корпуса Томского Императорского университета конца XIX века: выпускная квалификационная работа. Томск: ТГАСУ, 2017. 83 с.

Лестницы в жилом доме на ул. Гоголя, 12. Объект постройки 1908 г., архитектор Т.Л. Фишель. Согласно распоряжению администрации Томской области 255-ра от 29 апреля 2014 г., здание является памятником истории и культуры регионального значения.

Поверхности лестниц объекта имеют значительный износ. Материалы на момент написания работы не определены.

Самое примечательное в лестницах этого объекта с конструктивной точки зрения – два косоура и заделка ступеней в стену (рис. 25). Такая конструкция не была описана в исследованных источниках. Кроме того, на лестницах жилого дома на ул. Гоголя, 12, отмечается наличие подшивки деревом нижней поверхности марша.



Рис. 25. Фотофиксация нижней и лицевой поверхности марша в доме на ул. Гоголя, 12, г. Томска. Фото А. Коньшиной, 2024 г.

Fig. 25. Bottom and front surface of the march in the house 12 at Gogol Street, Tomsk. Photo by A. Konshina, 2024

Выводы

В результате изучения каменных лестниц конца XIX – начала XX в. выявлено:

1. Наиболее распространенными типами каменных лестниц, применявшихся в России, являлись одно- и многомаршевые; основными конструкциями были висячая, с опорой на двух стенах, на сводах и арках и на металлических косоурах.

2. Основными характеристиками исторических каменных лестниц являются:

- а) многообразии конструкций;
- б) удобство и продуманность с точки зрения человеческой анатомии;
- в) несгораемость, кроме некоторых видов конструкций, включающих металлические несущие элементы, способные деформироваться от высоких температур;

г) многообразии отделочных материалов.

Исследованные конструкции каменных лестниц города Томска представляют собой образцы классических решений конца XIX – начала XX в. с характерными для того времени особенностями, обусловленными различными нагрузками и пропускной способностью лестниц.

Среди таких особенностей: подрезка профиля железнодорожного рельса и предварительное напряжение полосовой стали косоуров на лестницах главного корпуса ТГУ. Смешанная конструктивная схема самого здания определила разнообразие конструктивных решений парадного лестничного блока, а также технологии его исполнения. Высокие этажи и двухсветные пространства определили нестандартность лестничных маршей.

Особенность здания на ул. Гоголя, 12, – это необычная лестница с тремя точками опоры: на два косоура и стену.

Результаты настоящего исследования могут быть взяты за основу при проведении ремонтно-реставрационных работ на жилых и общественных каменных объектах исторической застройки Томска исследуемого временного периода, в частности образовательных учреждений.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Романович М.Е. Гражданская архитектура. Части зданий. Том 2. Санкт-Петербург : Скоропечатня И.О. Яблонского, 1903.
2. Витрувий. Десять книг об архитектуре = Vitruvius «De architectura libri decem». Книга IX / пер. Ф.А. Петровского. Москва : Изд-во Всесоюзной академии архитектуры, 1936. URL: <https://antique.totalarch.com/vitruvius/9>
3. Бронни Л., Фишер В. Краткое руководство к строительному искусству и архитектуре. Вып. 2. Санкт-Петербург : Изд-во Г.В. Гольстена, 1914. 230 с.
4. Иссель Г. Внутренняя отделка зданий. Петроград : Изд-во Г.В. Гольстена, 1917. 150 с.
5. *Sächsischer Ingenieur, Architekten-Verein, Architekten, Ingenieur-Verein zu Hannover Organ des Sächsischen Ingenieur- und Architekten-Vereins und des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover // Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen. Gebrüder Jänecke, 1896. URL: <https://books.google.ru/books?id=dwQwAAAAYAAJ&printsec=frontcover&hl=ru#v=onepage&q&f=false>*
6. Иноземцев В.И. Краткое руководство к строительному искусству. Санкт-Петербург : Тип. В.Я. Мальштейна, 1909. 234 с.

7. Бернгард В.Р. Курс гражданской архитектуры. Санкт-Петербург : Тип. Ю.И. Эрлих, 1903. 495 с.
8. Де-Рошенфор Н.И. Урочные положения. Петроград ; Москва : Тип. Петроградской оди-ночной тюрьмы, 1916. 716 с.
9. Залесский В.Г. Архитектура. Краткий курс построения частей зданий. Москва : Тип. т-ва И.Н. Кушнерова, 1904. 569 с. URL: https://www.google.ru/books/edition/Архитектура_Курс_пост/ТРУhBwAAQBAJ?hl=ru&gbpv=1&dq=Залесский+В.Г.+Архитектура.+Краткий+курс+построения+частей+зданий&printsec=frontcover
10. Косо Й. Лестницы. Дизайн и технология. Москва, 2007.

REFERENCES

1. Romanovich M.E. Civil Architecture. Parts of Buildings. Vol. 2. Saint-Petersburg: I.O. Yablonsky's printing house, 1903. (In Russian)
2. Vitruvius Pollio M. The Ten Books on Architecture. 1936. Available: <https://antique.totalarch.com/vitruvius/9>
3. Bronisch L., Fischer W. A Brief Guide to Building Art and Architecture. Iss. 2. Saint-Petersburg: Publishing House of G.V. Golsten, 1914. 230 p. (In Russian)
4. Issel G. Interior Decoration of Buildings. Petrograd: Publishing House of G.V. Golsten, 1917. 150 p. (In Russian)
5. Sächsischer Ingenieur, Architekten-Verein, Architekten, Ingenieur-Verein zu Hannover Organ des Sächsischen Ingenieur- und Architekten-Vereins und des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Hannover. Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen. Gebrüder Jänecke, 1896. Available: <https://books.google.ru/books?id=dwQwAAAAAYAAJ&printsec=frontcover&hl=ruv=onepage&q&f=false>
6. Inozemtsev V.I. Brief Guide to Construction Art. Saint-Petersburg: Printing House of V.Y. Malstein, 1909. 234 p. (In Russian)
7. Bergard V.R. Course of Civil Architecture Saint-Petersburg: Printing House of Y.I. Ehrlich, 1903. 495 p. (In Russian)
8. De-Roshenfor N.I. Penal Provisions . Petrograd, Moscow: Printing House of Petrograd Solitary Prison, 1916. 716 p. (In Russian)
9. Zalesskiy V.G. Architecture. Brief Course of Construction of Parts Of Buildings. Moscow: I.N. Kushnerev's printing house, 1904. 569 p. Available; www.google.ru/books/edition/Архитектура_Курс_пост/ТРУhBwAAQBAJ?hl=ru&gbpv=1&dq=Залесский+В.Г.+Архитектура.+Краткий+курс+построения+частей+зданий&printsec=frontcover p. (In Russian)
10. Koso I. Stairs Design and Technology. Moscow. 2007. p. (In Russian)

Сведения об авторах

Кутуков Александр Алексеевич, аспирант, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, surolk@outlook.com

Романова Лариса Степановна, канд. архитектуры, доцент, советник РААСН, член ТРО СА России, зав. кафедрой, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2, lara235@yandex.ru

Колокольцева Евгения Николаевна, ст. преподаватель, Томский государственный архитектурно-строительный университет, 634003, г. Томск, пл. Соляная, 2

Authors Details

Aleksandr A. Kutukov, Research Assistant, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, surolk@outlook.com

Larisa S. Romanova, PhD, A/Professor, RAACS advisor, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia, lara235@yandex.ru

Evgeniya N. Kolokoltseva, Senior Lecturer, Tomsk State University of Architecture and Building, 2, Solyanaya Sq., 634003, Tomsk, Russia

Вклад авторов

Все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Authors contributions

The authors contributed equally to this article.
The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 27.06.2024
Одобрена после рецензирования 15.07.2024
Принята к публикации 16.09.2024

Submitted for publication 27.06.2024
Approved after review 15.07.2024
Accepted for publication 16.09.2024