

Т.Г. Маклакова С.М. Нанасова

КОНСТРУКЦИИ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ



Т.Г. МАКЛАКОВА, С.М. НАНАСОВА

КОНСТРУКЦИИ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

Под редакцией доктора техн. наук профессора Т.Г. Маклаковой

Рекомендовано Министерством образования Российской Федерации в
качестве учебника для студентов высших учебных заведений,
обучающихся по всем строительным специальностям

Третье дополненное и переработанное издание



Издательство Ассоциации строительных вузов
Москва 2012

УДК 624.01: 725(075.8)
ББК 38.71

Рецензенты:

Заведующий кафедрой «Архитектурные конструкции» МАрхИ (Академия),
профессор, почетный член Международной Академии архитектуры
(Московское отделение)

Дыховичный Ю.А.

Профессор кафедры «Архитектурные конструкции» МАрхИ (Академия), к.т.н.
Казбек-Казиев З.А.

Т.Г. Маклакова, С.М. Нанасова

Конструкции гражданских зданий: Учебник. – М.: Издательство АСВ, 2012 – 296 с.

ISBN 978-5-93093-040-5

Изложены основные требования к разработке конструкций гражданских зданий. Приведены указания по выбору конструктивной и строительной системы проектируемого здания и даны основные принципы типизации объемно-планировочных и конструктивных решений, принятых в гражданском строительстве; рассмотрены конструкции, предусмотренные общероссийскими и отдельными территориальными каталогами унифицированных индустриальных изделий. Рассмотрены методические основы проектирования реконструкции капитальных зданий исторической застройки в центрах городов и зданий массовой индустриальной застройки второй половины XX века.

Федеральная программа книгоиздания России

УДК 624.01: 725(075.8)
ББК 38.71

ISBN 978-5-93093-040-5

© Издательство АСВ, 2012
© Маклакова Т.Г., Нанасова С.М., 2012

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	8
ВВЕДЕНИЕ. НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ И ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ МАССОВОГО СТРОИТЕЛЬСТВА	9
1. <i>Методика проектирования в жилищном строительстве</i>	9
2. <i>Индустриализация строительства и система каталогов унифицированных индустриальных изделий</i>	13
3. <i>Конструктивные системы зданий</i>	16
4. <i>Строительные системы</i>	20
РАЗДЕЛ 1. КОНСТРУКЦИИ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ ОСНОВНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ	31
ГЛАВА 1. ПАНЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ	31
1.1. <i>Бетонные элементы наружных стен</i>	32
1.2. <i>Панели из небетонных материалов</i>	37
1.3. <i>Элементы внутренних несущих конструкций</i>	37
1.4. <i>Компоновка панельных зданий</i>	38
ГЛАВА 2. ПАНЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ МАССОВЫХ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ	52
2.1. <i>Области применения</i>	52
2.2. <i>Основные конструкции</i>	54
ГЛАВА 3. КАРКАСНО-ПАНЕЛЬНЫЕ ЗДАНИЯ	64
3.1. <i>Каркасно-панельные конструкции зданий серии 1.020-1</i>	64
<i>Конструктивные элементы серии 1.020-1</i>	64
3.2. <i>Каркасно-панельные конструкции зданий по территориальному каталогу для строительства в Москве (серия ТК1-2)</i>	70
<i>Конструктивные элементы</i>	70
3.3. <i>Безригельный каркас</i>	77
ГЛАВА 4. ОБЪЕМНО-БЛОЧНЫЕ КОНСТРУКЦИИ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ	80
ГЛАВА 5. МОНОЛИТНЫЕ И СБОРНО-МОНОЛИТНЫЕ КОНСТРУКЦИИ	92
ГЛАВА 6. КОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ СО СТЕНАМИ РУЧНОЙ КЛАДКИ	102
6.1. <i>Детали каменных стен</i>	104
6.2. <i>Конструктивные решения кирпичных стен</i>	108
ГЛАВА 7. МАЛОЭТАЖНЫЕ ОБЩЕСТВЕННЫЕ ЗДАНИЯ ИЗ ЛГКХ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЙ КОМПЛЕКТНОЙ ПОСТАВКИ	114
РАЗДЕЛ II. КОНСТРУКТИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ	124
ГЛАВА 8. КОНСТРУКЦИИ НУЛЕВОГО ЦИКЛА	124
ГЛАВА 9. ПЕРЕКРЫТИЯ, ПОЛЫ И ПОДВЕСНЫЕ ПОТОЛКИ	134
9.1. <i>Перекрытия</i>	134
9.2. <i>Полы</i>	136
9.3. <i>Подвесные потолки</i>	143

ГЛАВА 10. КРЫШИ.....	151
10.1. Железобетонные крыши.....	151
10.2. Скатные крыши по деревянным стропилам.....	169
ГЛАВА 11. БАЛКОНЫ, ЛОДЖИИ И ЭРКЕРЫ.....	178
ГЛАВА 12. СВЕТОПРОЗРАЧНЫЕ КОНСТРУКЦИИ.....	187
12.1. Окна.....	187
12.2. Витражи и витрины.....	194
12.3. Фасадные структурные системы.....	196
12.4. Стекло-алюминевые конструкции крыши.....	198
12.5. Двери.....	198
ГЛАВА 13. ЛЕСТНИЦЫ.....	202
ГЛАВА 14. ПЕРЕГОРОДКИ.....	215
РАЗДЕЛ III. РЕКОНСТРУКЦИЯ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ И ИХ КОНСТРУКТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ.....	222
ГЛАВА 15. РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗДАНИЙ ИСТОРИЧЕСКОЙ ЗАСТРОЙКИ.....	222
15.1. Конструктивные решения зданий исторической застройки.....	222
15.2. Реконструкция основных элементов исторических зданий.....	224
15.2.1. Основания и несущие конструкции.....	225
15.2.2. Повышение изоляционных качеств конструкций зданий исторической застройки при их реконструкции.....	237
ГЛАВА 16. РЕКОНСТРУКЦИЯ ЗДАНИЙ «ПЕРВЫХ ПОКОЛЕНИЙ» МАССОВОГО ЖИЛИЩНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА.....	239
ГЛАВА 17. МАНСАРДЫ.....	262
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	274
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	295
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	296

CONTENTS

FOREWORD.....	8
INTRODUCTION. SCIENTIFIC, METHODOLOGICAL AND ENGINEERING PRINCIPLES OF THE DESIGN WORKS FOR THE STANDARD CIVIL BUILDINGS IN THE MASS CONSTRUCTION PROCESS.....	9
<i>1. The design methodology in the civil construction.....</i>	<i>9</i>
<i>2. The industrialization of the construction process and the system of catalogues for unified industrial elements.....</i>	<i>13</i>
<i>3. The structural systems of buildings.....</i>	<i>16</i>
<i>4. The construction systems.....</i>	<i>20</i>
SECTION I. THE STRUCTURES OF CIVIL BUILDINGS FOR MAIN CONSTRUCTION SYSTEMS.....	31
CHAPTER 1. THE PANEL STRUCTURES FOR CIVIL BUILDINGS.....	31
<i>1.1. The concrete elements for external walls.....</i>	<i>32</i>
<i>1.2. The panels from non-concrete materials.....</i>	<i>37</i>
<i>1.3. The elements of the internal bearing structures.....</i>	<i>37</i>
<i>1.4. The arranging of panel buildings.....</i>	<i>38</i>
CHAPTER 2. THE PANEL STRUCTURES FOR MASS PUBLIC BUILDINGS.....	52
<i>2.1 The areas of possible application.....</i>	<i>52</i>
<i>2.2 The main structures and elements.....</i>	<i>54</i>
CHAPTER 3. THE FRAME-AND-PANEL BUILDINGS.....	64
<i>3.1. The frame-and-panel building structures of the 1.020-1 series. The structural elements for the 1.020-1 series.....</i>	<i>64</i>
<i>3.2. The frame-and-panel building structures according to the territory catalogue for the construction in Moscow (Series TK 1-2). The structural elements.....</i>	<i>70</i>
<i>3.3. The frameworks without cross-bars.....</i>	<i>77</i>
CHAPTER 4. THE SPACE UNIT STRUCTURES FOR CIVIL BUILDINGS.....	80
CHAPTER 5. THE MONOLITH AND PRE-FABRICATED MONOLITH STRUCTURAL ELEMENTS.....	92
CHAPTER 6. THE BUILDINGS WITH THE MANUAL MASONRY WALLS.....	102
<i>6.1 The elements of the masonry walls.....</i>	<i>104</i>
<i>6.2 The structural solutions to the brick walls.....</i>	<i>108</i>
CHAPTER 7. THE LOW PUBLIC BUILDINGS FROM UNIFIED LIGHT-WEIGHT METAL STRUCTURAL ELEMENTS.....	114

SECTION II. THE STRUCTURAL ELEMENTS FOR CIVIL BUILDINGS.....	124
CHAPTER 8. THE STRUCTURES AND ELEMENTS FOR THE "ZERO CYCLE" WORKS.....	124
CHAPTER 9. THE FLOORING STRUCTURES, THE FLOORS AND THE SUSPENDED CEILINGS.....	134
9.1. <i>The flooring structures</i>	134
9.2. <i>The floors</i>	136
9.3. <i>The suspended ceilings</i>	143
CHAPTER 10. THE ROOFS.....	151
10.1. <i>The reinforced concrete roofs</i>	151
10.2. <i>The sloping roofs with the woodworks</i>	169
CHAPTER 11. THE BALCONIES, THE LOGGIAS AND THE BOWS.....	178
CHAPTER 12. THE LIGHT-TRANSPARENT STRUCTURES.....	187
12.1 <i>The windows</i>	187
12.2 <i>The stained glass panels and the show windows</i>	194
12.3. <i>The facade structural systems</i>	196
12.4. <i>The glass-and-aluminium roofing structures</i>	198
12.5. <i>The doors</i>	198
CHAPTER 13. THE STAIRCASES.....	202
CHAPTER 14. THE PARTITION WALLS.....	215
SECTION III. THE RECONSTRUCTION OF CIVIL BUILDINGS AND OF THEIR STRUCTURAL ELEMENTS.....	222
CHAPTER 15. THE RECONSTRUCTION OF HISTORICAL BUILDINGS.....	222
15.1 <i>The design solutions to the historical buildings</i>	222
15.2. <i>The reconstruction of the main elements of historical buildings</i>	224
15.2.1. <i>The foundations and the bearing structures</i>	225
15.2.2. <i>The improvement of the insulation characteristics of historical buildings in the process of their reconstruction</i>	237
CHAPTER 16. THE RECONSTRUCTION OF THE BUILDINGS, ERECTED DURING THE FIRST STAGES OF THE MASS HOUSING CONSTRUCTION IN RUSSIA.....	239
CHAPTER 17. THE ATTIC STRUCTURES.....	262
APPENDICES.....	274
CONCLUSIONS.....	295
REFERENCES.....	296

ПРЕДИСЛОВИЕ

Политические, социальные и экономические преобразования конца XX - начала XXI вв. в России оказали большое влияние на объемы, практику и методику проектирования и строительства гражданских зданий.

Решающее влияние имеет новое законодательство и в первую очередь “Закон Российской Федерации об основах федеральной жилищной политики” от 24 декабря 1994г. и формирование в стране новой многоукладной экономики. При этом государственные инвестиции в массовое строительство существенно сократилось, а другие источники инвестиций еще не задействованы в должном объеме. Это привело к временному уменьшению объемов строительства, особенно, в социальной сфере. Наряду с этим значительно растет разнообразие возводимых гражданских зданий и их конструктивных решений. Последнее частично связано с широким импортом зарубежных технологий, строительных конструкций, материалов и изделий, происходящем на фоне реорганизации предприятия отечественной строительной индустрии с сопутствующим реорганизации снижением производительности. Резкое снижение государственного финансирования, направляемого на самые массовые социально значимые отрасли (жилище, учебно-воспитательные, лечебные, лечебно-профилактические и др. объекты социальной сферы) привело к сокращению типового проектирования - основного стимула к развитию индустриальных методов и строительной индустрии.

Наряду с этим активно развиваются процессы реконструкции и перепрофилирования существующих зданий в связи с динамичным изменением их функций. Одновременно происходит кардинальный пересмотр норм проектирования, затрагивающий все отрасли: от градостроительных проблем (например, норм естественной инсоляции помещений и норм плотности застройки), норм проектирования массовых типов зданий и их конструкций до норм энергосбережения. Практически все эти изменения сказываются на проектировании конструкций.

Такие радикальные изменения в практике проектирования и строительства потребовали от авторов при подготовке нового издания настоящего учебника кардинального пересмотра содержания ее первого издания, вышедшего в свет в 1986 году.

Изменена структура учебника, введены новые главы, посвященные монолитным и сборно-монолитным зданиям, зданиям смешанных строительных систем, легким металлическим зданиям комплектной поставки, наружным ограждающим конструкциям повышенной утепленности, светопрозрачным конструкциям и пр.

Введен новый раздел, посвященный реконструкции гражданских зданий исторической застройки и домов массового строительства 1950-1970-х годов.

Возможность быстрой ориентации в столь обширном материале, как надеются авторы, даст единая методическая система представления материала книги, привязанного к классификации наиболее широко применяемых строительных систем зданий.

Учебник ориентирован на рассмотрение конструкций наиболее широко применяемых в строительстве или имеющих перспективы широкого применения в ближайшем будущем. Уникальные конструкции рассмотрены в ранее опубликованных учебниках¹.

Авторы благодарят коллективы ведущих научно-проектных институтов Моспроекта-1, ЦНИИ-ЭП жилища, МНИИТЭП, МосжилНИИпроект за содействие в сборе материалов для данного учебника, а также рецензентов - кафедру “Архитектурные конструкции” МАрхИ (зав каф. профессор, действ. член ААиСН РФ Ю.А. Дыховичный) и профессора З.А. Казбек-Казиева.

Авторы с признательностью примут замечания и предложения читателей по улучшению структуры и содержания книги.

Предисловие, введение, главы 1, 2, 4, 5, 10, 15-17 и заключение написаны Т.Г.Маклаковой, главы 3,6-9 и 11-14 - С.М.Нанасовой.

¹ А.В.Захаров, Т.Г.Маклакова и др. Гражданские здания. -М.: Стройиздат.1993. Н.Н.Ким, Т.Г.Маклакова. Архитектура гражданских и промышленных зданий. Специальный курс. -М.: Стройиздат.1987, Т.Г. Маклакова. Функция, конструкция, композиция в архитектуре. -М.: АСВ, 2002

ВВЕДЕНИЕ

Научно-методические и инженерно-технические основы проектирования конструкций гражданских зданий массового строительства.

1. Методика проектирования в жилищном строительстве.

Специфической особенностью гражданского строительства во второй половине XX века стала его беспрецедентная массовость, вызванная урбанизацией большинства развитых стран. Массовость определила необходимость ускорения темпов строительства, снижения его стоимости и трудоемкости. В свою очередь эти требования определили необходимость индустриализации строительства - механизации строительного технологического процесса и максимального объема применения конструкций заводского изготовления.

Индустриализация осуществляется двумя путями - предельной механизацией всех процессов на стройке (механизованное транспортирование бетонных смесей, применение многократно оборачиваемой инвентарной опалубки, заводских заготовок арматурных конструкций и т.п.) или вынесением большинства операций по изготовлению конструкций в заводские условия с максимальным сокращением объема работ на строительной площадке - полносборное строительство. В бывшем СССР, как и в большинстве стран Северной Европы с конца 1950 гг. за основу был принят вполне обоснованно второй путь. Он обеспечивал проектные параметры конструкций (при их систематическом лабораторном заводском контроле), что трудно достижимо на строительной площадке (особенно зимой), резкое сокращение трудозатрат и сроков строительства при снижении его стоимости.

Индустриальное полносборное строительство стало высшей отметкой технического прогресса в капитальном домостроении второй половине XX века. При этом (под влиянием полносборного строительства) резко повысился уровень индустриальности традиционного строительства. Так, например, в кирпичных домах собственно традиционной осталась лишь ручная кладка стен. Все остальные конструкции - фундаменты, перекрытия, лестницы и пр. в кирпичных домах чаще всего монтируют из полносборных изделий заводского изготовления.

Ускоряя технологические процессы на стройке, снижая их трудоемкость и повышая качество конструкций, заводское домостроение накладывает определенные ограничения на архитектурно-планировочные решения. Возможность индустриального заводского производства базируется на ограничении и типизации величин геометрических параметров зданий: высот этажей, пролетов и шагов вертикальных несущих конструкций.

Типизация геометрических параметров основана на модульной координации размеров в строительстве: их кратности единому модулю - М (100 мм), но гораздо чаще - укрепленным модулям - 3М (300 мм), 6М (600 мм), 12М, 15М, 30М, 60М. Чем крупнее модуль, заложенный в разработку проекта, тем меньше номенклатура изделий, необходимых для его воплощения, но тем больше "плата за унификацию" - увеличение объема

здания из-за необходимости увеличения размеров помещений, так как их габариты превышают функционально необходимый минимум из-за необходимости привязки к модулированным величинам.

Взаимное согласование функциональных и производственно-заводских требований к габаритам помещений проводится в соответствии с типами зданий. Для жилищного строительства в соответствии с мелкоячеистой объемно-планировочной структурой жилых домов наибольший экономический эффект дает ориентация на самый мелкий из укрупненных модулей - 3М (хотя имеются серии типовых проектов, ориентированные на укрупненный модуль 6М, и даже 12М).

Проектирование массовых общественных зданий ориентированно на применение укрупненных модулей 6М или 15М, а промышленных - на модули 30М и 60М. Соответственно на эти модули ориентирована домостроительная промышленность и промышленность сборного железобетона.

Требования модульной координации размеров распространяются на проектирование зданий с различными конструкциями (кирпичными, сборно-монолитными и др.), так как в каждом из них в большем и меньшем объеме применяются сборные элементы.

Процесс типизации конструкций взаимосвязан с процессом типизации зданий или их фрагментов, но осуществляется на основе различных методов. Метод “открытой системы типизации” основан на принципе “детского конструктора” и подчинен только системе укрупненных модулированных основных конструктивных размеров зданий - высот этажей, пролетов и шагов несущих конструкций. Во взаимосвязи с этими основными габаритными размерами проектируют сборные изделия и разнообразные по функциональному назначению и объемно-планировочному решению здания.

Метод “закрытой” системы типизации построен принципиально иначе. Он базируется на разрезке запроектированного в модульной системе здания на сборные элементы. Естественно он требует на порядок меньшей номенклатуры для сборных элементов, чем открытая система типизации, но пригоден лишь для “обратной сборки” первоначально расчлененного на сборные элементы здания. Закрытая система возникла во второй половине XX века при становлении домостроительной промышленности, как единственно возможная в тот период по объему номенклатуры изделий (60-80 типоразмеров) по сравнению с открытой, требовавшей номенклатуры в 600-1000 типоразмеров.

В последующие десятилетия предпринимались многочисленные попытки вывести панельное домостроение на открытую систему типизации, на которой базируются другие строительные полносборные системы, - каркасно-панельная, крупноблочная и др. Эти попытки базировались как на совершенствовании заводской технологии (введение элементов “гибкой технологии” производства изделий), так и на изменении принципов типизации самих зданий. Главным препятствием для внедрения полностью открытой системы типизации в жилищное строительство является принятый в нем принцип разрезки здания - на сборные элементы - “панель на комнату” в отличие от разрезки изделий размеров “на пролет”, принятой в других видах полносборного домостроения. Разрезка “панель на комнату” чрезвычайно привлекательна в функциональном и технико-экономическом отношении: все поверхности стен и перекрытий решаются без видимых в интерьере стыков, что обеспечивает минимум затрат на отделку. В то же время “разрезка на комнату” слишком тесно связана с планировкой, конструкциями и технологией: любые изменения планировки влекут за собой изменения размеров панелей и стальных форм для их изготовления и приводят к увеличению номенклатуры изделий.

Обеспечить свободу планировочных решений в панельном домостроении может лишь отказ от принципа “панель на комнату”. Эффективность такого подхода была доказана в начале 1980-х гг. при создании по открытой системе типизации серии панельных конструкций 1.090.1-1 “Сборные железобетонные конструкции межвидового применения для крупнопанельных общественных зданий и вспомогательных зданий промышленных предприятий с высотой этажа 3.0 и 3.3 м”.

При сохранении в качестве ведущего принципа конструирования панельных зданий разрезки “на комнату” возможен и третий компромиссный путь типизации. Он не наносит такой ущерб эстетическим качествам, как чисто закрытый метод, уменьшает ограниченность функциональных решений зданий, и в то же время не требует такой чрезвычайно обширной номенклатуры, как открытая типизация.

Третий путь был выявлен путем анализа номенклатуры изделий при закрытом методе учеными Института строительной техники (бывшая Академия архитектуры СССР) еще в пятидесятые годы. Анализ показал, что номенклатура делится на много- и малотиражные изделия. Ее большая часть (преимущественно изделия для внутренних несущих конструкций) при варьировании объемно-планировочных решений остается почти стабильной: меняется лишь 10-15% ее состава (преимущественно фасадные изделия). Соответственно предлагалось высокомеханизированное производство стабильной части номенклатуры - многотиражных изделий, с вынесением производства изменяемых (малотиражных) на самостоятельные технологические линии. Последние должны быть оснащены необходимым технологическим оборудованием для гибкого изменения габаритов изделий и их отделки.

В начальный период становления домостроительной промышленности этот путь типизации реализовать не удалось. В 80-е годы, когда в стране сложилась мощная домостроительная промышленность, он стал вполне реалистичным. ЦНИИЭП жилища в этих целях были проведены дополнительные исследования и создана обширная всесторонняя комплексная архитектурно-конструктивно-технологическая проектная документация для перехода на гибкую систему панельного домостроения - ГСПД (рис.1). Однако, радикальные политические и экономические преобразования в стране, затормозили внедрение ГСПД в практику.

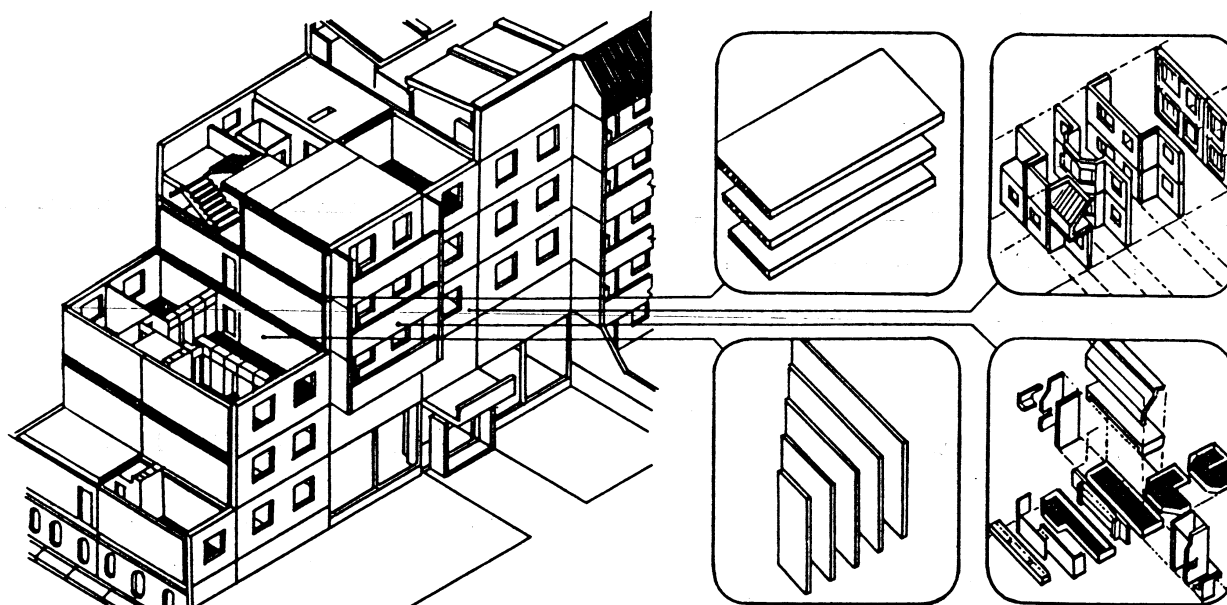


Рис.1 Принципиальная схема конструктивных решений в гибкой системе панельного домостроения.

Реальная практика проектирования домов массового строительства на протяжении последней четверти века базируется на компромиссном блок-секционном методе. При нем в качестве первичной единицы типизации служит не здание, а его законченный фрагмент - блок-секция. Оставаясь по существу “закрытым”, блок-секционный метод позволяет достаточно успешно решать функциональные и композиционные задачи - обеспечивая разнообразный набор квартир, разнообразие застройки и форм составляющих ее зданий.

Типовое проектирование домов по блок-секционному методу осуществляется серийно в виде взаимоувязанного комплекта проектов домов - представителей серии и набора блок-секций для конкретного города или природно-климатического региона (табл.1). Дом-представитель - секционное здание простой формы, секции которого содержат квартиры, наиболее широко требуемые. Блок-секции дополняют набор квартир и служат средством получения при их блокировке сложных композиционных форм зданий - угловых (с тупым или прямым углом), П-, G-, Z-образной и др. формы в плане. Блок-секция представляет собой законченный фрагмент здания и состоит из одной-двух планировочных секций. Дом-представитель и блок секции одной серии имеют единую конструктивную систему. Разработка проектов серии базируется на требованиях гл. СНиП “Жилые здания”. С 90-х годов наряду с общегосударственными нормативами получила развитие разработка местных территориальных норм проектирования. Базируясь на требованиях государственных норм, они позволяют более точно учесть особенности местных условий строительства. Такова, например, серия документов МГСН - Московских городских строительных норм.

Серия проектов домов, запроектированных по блок-секционной методике, при ее применении в условиях конкретного жилого образования обеспечивает рациональное расселение семей различного состава и архитектурно-композиционную целостность застройки. Проведенные ЦНИИЭП жилища исследования рационального ограничения набора блок-секций позволили определить минимально необходимый по градостроительным требованиям и по составу квартир набор блок-секций. В него вошли рядовые секции: широтные и меридиональные (с обычными квартирами и квартирами для малосемейных), торцевые (левая и правая), универсальная по условиям ориентации трехквартирная угловая. Малоповторяемые блок-секции (поворотная под углом 135° и с проездом) могут быть заменены соответствующими блок-вставками (см. табл. 1). Для конкретных условий строительства минимальный набор серии дополняют разработанными на основе ее унифицированных конструктивно-планировочных параметров шумозащищенными секциями для застройки северной и южной сторон магистралей, рядовыми-торцевыми, для строительства на рельефе, проектами односекционных зданий и т.п.

Наряду с блок-секционной в панельном домостроении освоены и другие методики типизации, являющиеся дочерними модификациями блок-секционной. Так в Петербурге на основе серии проектов 137 был опробован и внедрен в строительство с 70-х годов метод серийного проектирования на базе более мелких, чем блок-секции, элементов типизации - блок-квартир и лестнично-лифтовых блоков (ЛЛБ), свободно блокируемых в здания различной конфигурации, протяженности и этажности (рис.2, 3). Метод ориентирован на проектирование зданий секционного типа, и окончательная проектная продукция выпускается в виде серии проектов - блок-секций.

Аналогичная задача успешно решена и для Москвы Моспроектом - с созданием серии КОПЭ (конструктивно-объемно-планировочных элементов) и МНИИТЭПом в его

РАЗДЕЛ 1. КОНСТРУКЦИИ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ ОСНОВНЫХ СТРОИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Глава 1. Панельные конструкции жилых зданий

Панельное домостроение несмотря на сложные производственные и экономические преобразования последнего десятилетия удерживает лидирующее положение в массовом городском жилищном строительстве. Перестройка методики проектирования таких зданий на основе открытой системы в силу обстоятельств коренной экономической реорганизации всей системы хозяйства в стране не реализована. Современное проектирование панельных зданий продолжает осуществляться на базе блок-секционного метода типизации.

Несмотря на то, что в начальный период становления домостроительной промышленности прошли апробацию и доказали свою экономическую равноценность несколько вариантов конструктивных систем (см.рис.7), в массовое строительство внедрены только две: перекрестно-стенная с малым шагом и поперечно-стенная со смешанным шагом внутренних стен (рис.1.1).

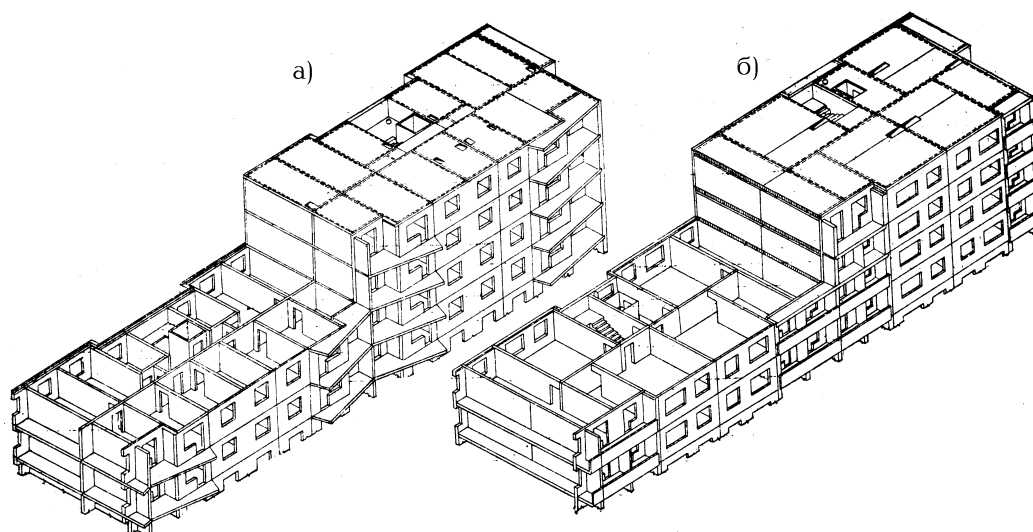


Рис.1.1. Бескаркасные конструктивные системы панельных зданий массового применения: а -перекрестно - стенная с малым шагом поперечных стен; б - поперечно - стенная со смешанным шагом

Продольно-стенная система (вариант IV на рис.7) после успешного старта в массовом строительстве 5-этажных домов в 50-60-х годах практически перестала применяться после перехода массового строительства на возведение домов повышенной этажности – 9, 12 этажей. Причиной отказа послужила ограниченная несущая способность однослойных легкогобетонных наружных стен, на применение которых (как и почти вся домостроительная промышленность) система была ориентирована. Современная домостроительная промышленность в целях экономии энергоресурсов осуществляет массовый перевод производства на изготовление трехслойных железобетонных панелей наружных стен с эффективными утеплителями. Такие панели обладают не только существенно большим сопротивлением теплопередаче, но и большей несущей способностью. Это создает новые перспективы для применения продольно-стенной системы в домах разной этажности (4-5, 9, 12 этажей). При этом можно будет широко использовать представляемую продольно-стенной системой возможность свободной планировки, пре-

дотратив преждевременный “моральный износ” здания, а в случае необходимости его модернизации или перепрофилирования, осуществлять их с минимальными затратами.

1.1. Бетонные панели наружных стен

Наружные стены проектируют несущими, самонесущими или ненесущими. Применение самонесущих стен преимущественно ограничивают зданиями средней этажности. Несмотря на исключительное разнообразие опробованных во всех странах систем разрезов наружных стен на сборные элементы, массовое применение получила только однорядная разрезка (панели высотой в этаж, протяженностью на одну-две комнаты). В ограниченном объеме для несущих наружных стен домов средней этажности применяют двухрядную или вертикальную разрезку, а для ненесущих стен домов различной этажности – горизонтальную.

Панели наружных стен проектируют преимущественно бетонными одно-, двух- и трехслойной конструкции (рис.1.2). Панели несущих стен формируют однослойными из конструктивно-теплоизоляционных бетонов на пористых заполнителях, для слоистых стен применяют тяжелый или конструктивный легкий бетон. Однослойные панели из ячеистого бетона автоклавного твердения применяют в несущих стенах домов средней этажности и в ненесущих стенах – без ограничений. Имеют место только технологические ограничения. Панели однорядной разрезки нуждаются в большегабаритных автоклавах, которыми оборудованы не все предприятия. В остальных случаях применяют двухрядную (на простеночные и перемычечные элементы) или горизонтальную разрезку.

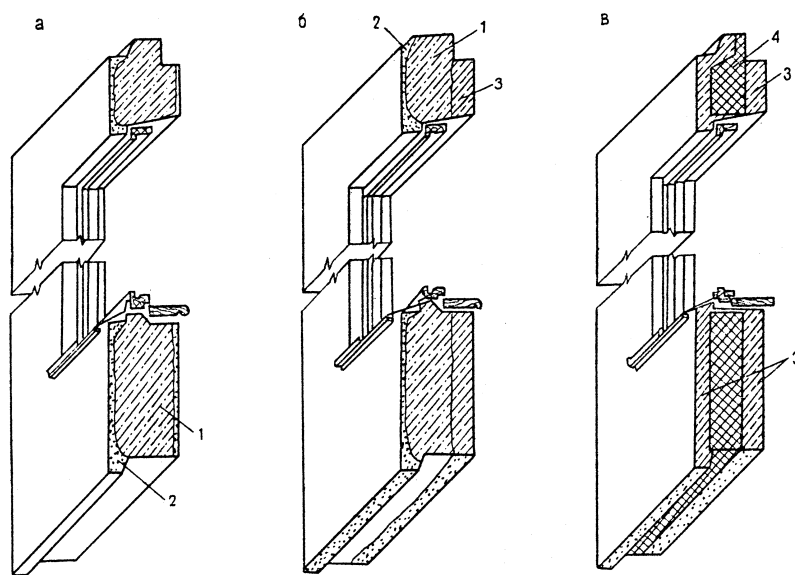


Рис.1.2. Бетонные панели наружных стен: а - однослойная; б - двухслойная; в - трехслойная; 1 - конструктивно - теплоизоляционный бетон; 2 - защитно-отделочный слой; 3 - конструктивный бетон; 4 - эффективный утеплитель

Панели несущих и самонесущих стен проектируют как внецентренно сжатые бетонные конструкции. Железобетонными являются лишь отдельные элементы: надоконные перемычки и узкие простенки. Однако, однослойные панели даже ненесущих стен содержат конструктивное армирование, необходимое для анкеровки стальных связевых элементов и для предохранения панелей от околос и трещин при транспортировании и монтаже. Армируют панели пространственными сварными арматурными блоками раз-

мерами на панель. Блок для панели с проемом состоит из каркаса перемычки, вертикальных и горизонтальных каркасов по граням панели и проемов, подъемных петель и связевых элементов (рис.1.3).

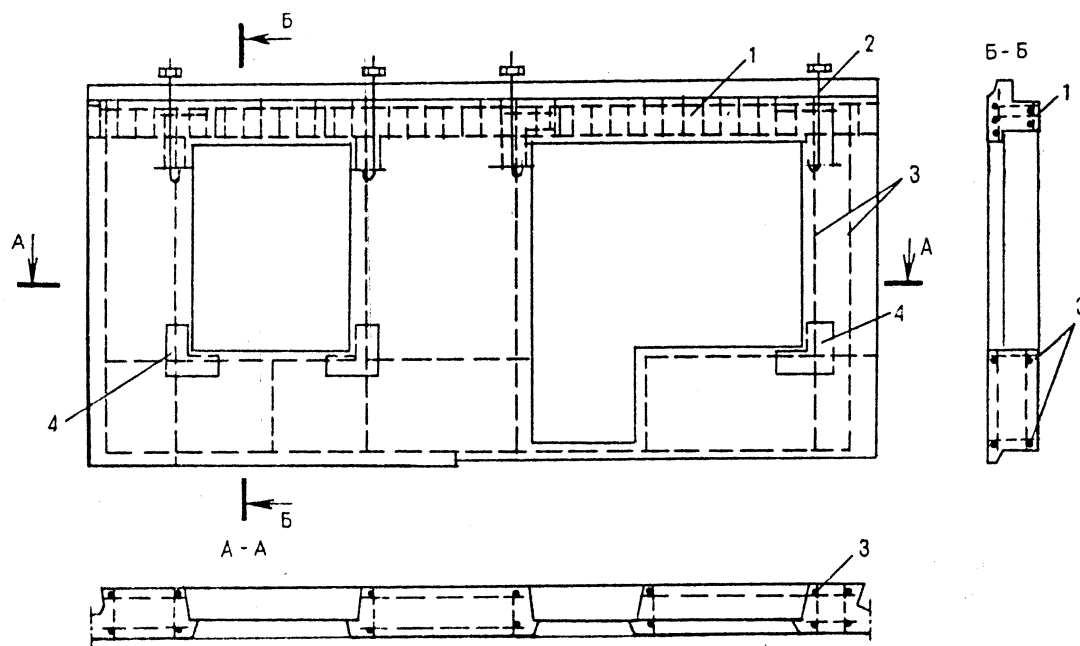


Рис.1.3. Схема армирования однослойной легкобетонной панели: 1 - арматурный каркас перемычки; 2 - подъемный элемент; 3 - контурный арматурный каркас; 4 - Г-образная арматурная сетка в фасадном слое

В панелях из ячеистого бетона арматуру защищают от коррозии путем предварительного гальванического оцинкования, либо применяя антикоррозийные пасты. В панелях из бетонов на пористых заполнителях (керамзита, перлита и др.) при межзерновой пористости до 3% антикоррозийные мероприятия не предусматривают.

Требования к бетонам однослойных панелей приведены в табл.1.1.

Таблица 1.1. **Нормативные ограничения величин физико-технических параметров бетонов однослойных панелей наружных стен**

Тип бетона	Величины		
	Класс бетона по прочности на сжатие, min	Марка по средней плотности, max	Марка по морозостойкости, min
Легкий бетон на пористых заполнителях	B2,5	1400	35
Автоклавный ячеистый	B2	800	25

Понятие “однослойная панель” условно, так как помимо основного бетонного слоя панель содержит наружный защитно-отделочный и внутренний отделочный слой. Фасадный защитно-отделочный слой легкобетонных панелей выполняют из паропроницаемых декоративных бетонов и растворов, либо из обычных растворов (с последующей заводской окраской), керамических и стеклянных плиток, тонких плит натурального камня, дробленых каменных материалов. С внутренней стороны на панель наносят отделочный слой раствора плотностью 1800 кг/м³ толщиной до 15 мм.

Наибольшая плотность и водонепроницаемость защитно-отделочного слоя достигается при формировании панелей фасадной поверхностью (“лицом”) вниз, что гарантирует наибольшую прочность сцепления бетона панели с облицовкой.

В панелях, изготавливаемых из ячеистых бетонов, для фасадно-отделочного слоя применяют поризованные растворы плотностью 1300-1400 кг/м³, каменные дробленые материалы, мелкие керамические или стеклянные плитки, либо стойкие синтетические краски на основе ПВХ или ПВА.

Бетонные панели двухслойной конструкции имеют несущий и утепляющий слой: несущий – из тяжелого или конструктивного бетона, утепляющий – из конструктивно-теплоизоляционного легкого бетона плотной или пористой структуры. Несущий слой толщиной не менее 100 мм располагают с внутренней стороны. Для фасадно-отделочного слоя применяют те же материалы, что и в однослойных. При их изготовлении также наиболее целесообразно формирование “лицом” вниз.

Конструктивное армирование двухслойных панелей в целом аналогично применяемому для однослойных, но имеет следующие отличия: рабочая арматура перемычек и связевые элементы располагаются в несущем внутреннем слое, а фасадно-отделочный слой дополнительно армируют сеткой. При применении утепляющего слоя крупнопористой структуры, расположенные в нем арматурные элементы защищают от коррозии.

Бетонные панели трехслойной конструкции имеют наружный и внутренний слой из тяжелого или конструктивного легкого бетона и заключенный между ними утепляющий слой. Минимальный класс по прочности на сжатие тяжелого бетона В15, легкого – В10. Для утепляющего слоя применяют материалы с коэффициентом теплопроводности в пределах 0,04-0,10 Вт/м⁰С – в виде блоков, плит или матов-стекло и минераловатные плиты, плиты пенополистирола, пеностекла, фибролита. В экспериментальном строительстве для утепления панелей используют заливочные пенопласты, полимеризующиеся в полости панели.

Бетонные слои панелей объединяют жесткими или гибкими связями (рис.1.4). Конструкции гибких связей состоят из отдельных металлических стержней, которые обес-

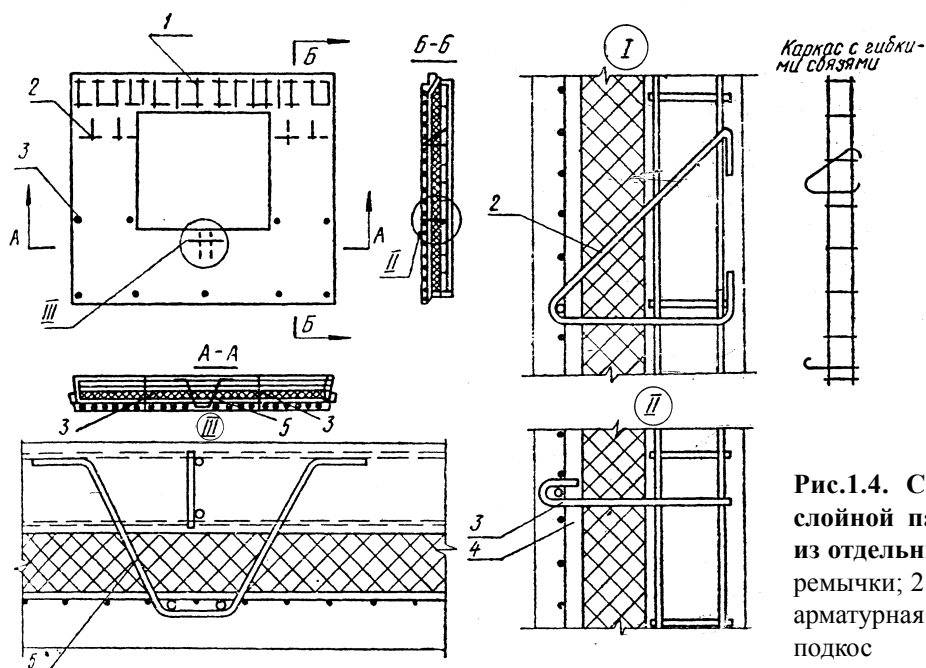


Рис.1.4. Схема армирования трехслойной панели с гибкими связями из отдельных стержней: 1 - каркас перемычки; 2 - подвеска; 3 - распорка; 4 - арматурная сетка наружного слоя; 5 - подкос

печивают монтажное единство панели при независимости статической работы ее бетонных слоев. Гибкие связи не препятствуют температурным деформациям наружного бетонного слоя, исключая возникновение температурных усилий в несущем слое. Элементы гибких связей выполняют из стойких к атмосферной коррозии низколегированных сортов сталей или из обычной строительной стали с долговечным антикоррозионным покрытием. В трехслойных панелях нагрузка от массы наружного бетонного слоя и утеплителя передается через гибкие связи на внутренний бетонный слой. Наружный слой по требованиям долговечности проектируют толщиной не менее 65 мм и армируют стальной сеткой. Вдоль стыковых граней панели и проемов в ней наружный бетонный слой утолщают для устройства профилировки стыков и граней проемов. Толщину внутреннего слоя принимают по расчету, но не менее 100 мм по условиям анкеровки в нем стальных связевых элементов (закладных деталей, арматурных выпусков и пр.).

Наряду с гибкими в трехслойных панелях применяют и жесткие связи между бетонными слоями в виде армированных ребер из тяжелого или конструктивного легкого бетона. Жесткие связи обеспечивают совместную статическую работу бетонных слоев, защиту соединительной арматуры от коррозии и простоту изготовления. Но их применение сопровождается появлением теплотехнических недостатков: опасностью выпадения конденсата на внутренней поверхности стен в местах теплопроводных включений (соединительных ребер) при резком похолодании и дополнительными теплотерями.

В Москве внедрен компромиссный вариант конструкции трехслойных панелей с отдельными жесткими железобетонными шпонками между бетонными слоями. (рис.1.5), (1.6).

Для фасадной отделки трехслойных панелей применимы все материалы, используемые при изготовлении однослойных.

Трехслойные панели имеют существенные преимущества перед одно- и двухслойными. Они заключаются в повышенной водонепроницаемости фасадного слоя, возмож-

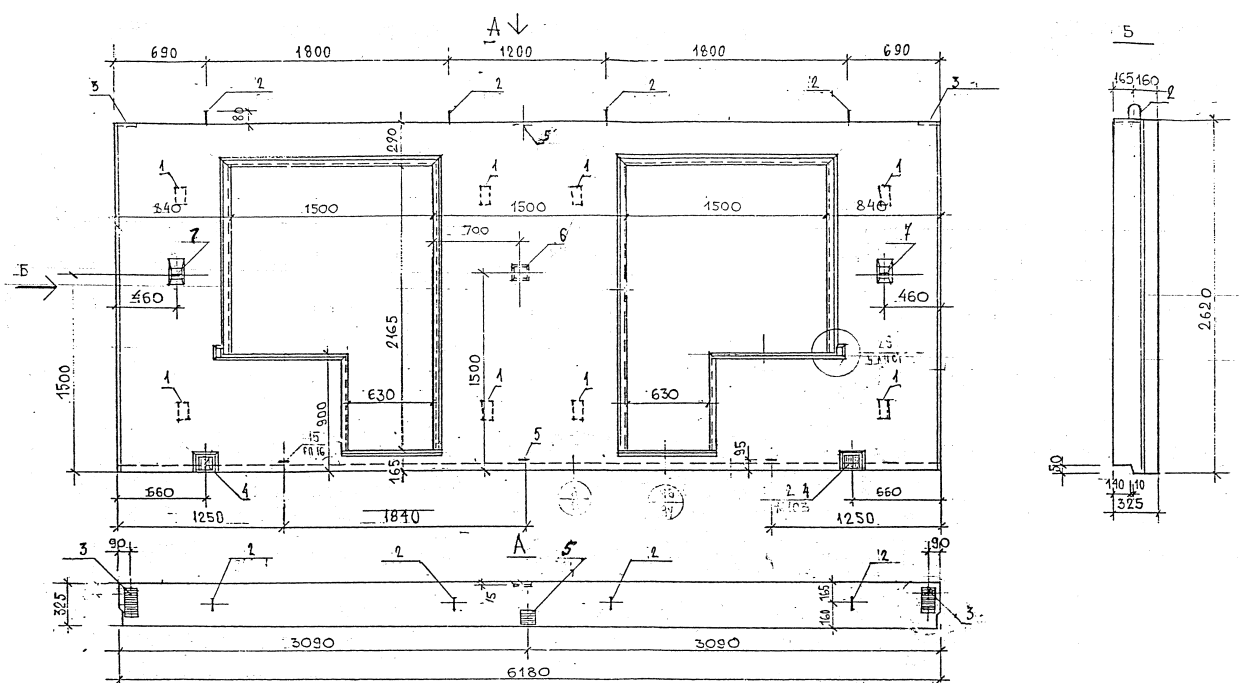


Рис.1.5. Трехслойная бетонная панель с бетонными шпоночными связями между слоями: 1 - бетонная шпонка; 2 - подъемная петля; 3 и 4 - закладные детали; 5 и 6 - связевые элементы; 7 - петлевой выпуск

ности в широком диапазоне менять несущую способность стены (за счет увеличения класса бетона, толщины несущего слоя, или его армирования) и ее теплозащитные качества (за счет применения утеплителей различной эффективности и сечения). Это делает конструкцию трехслойной стены универсальной – пригодной к применению в разных климатических условиях и с различными статическими функциями.

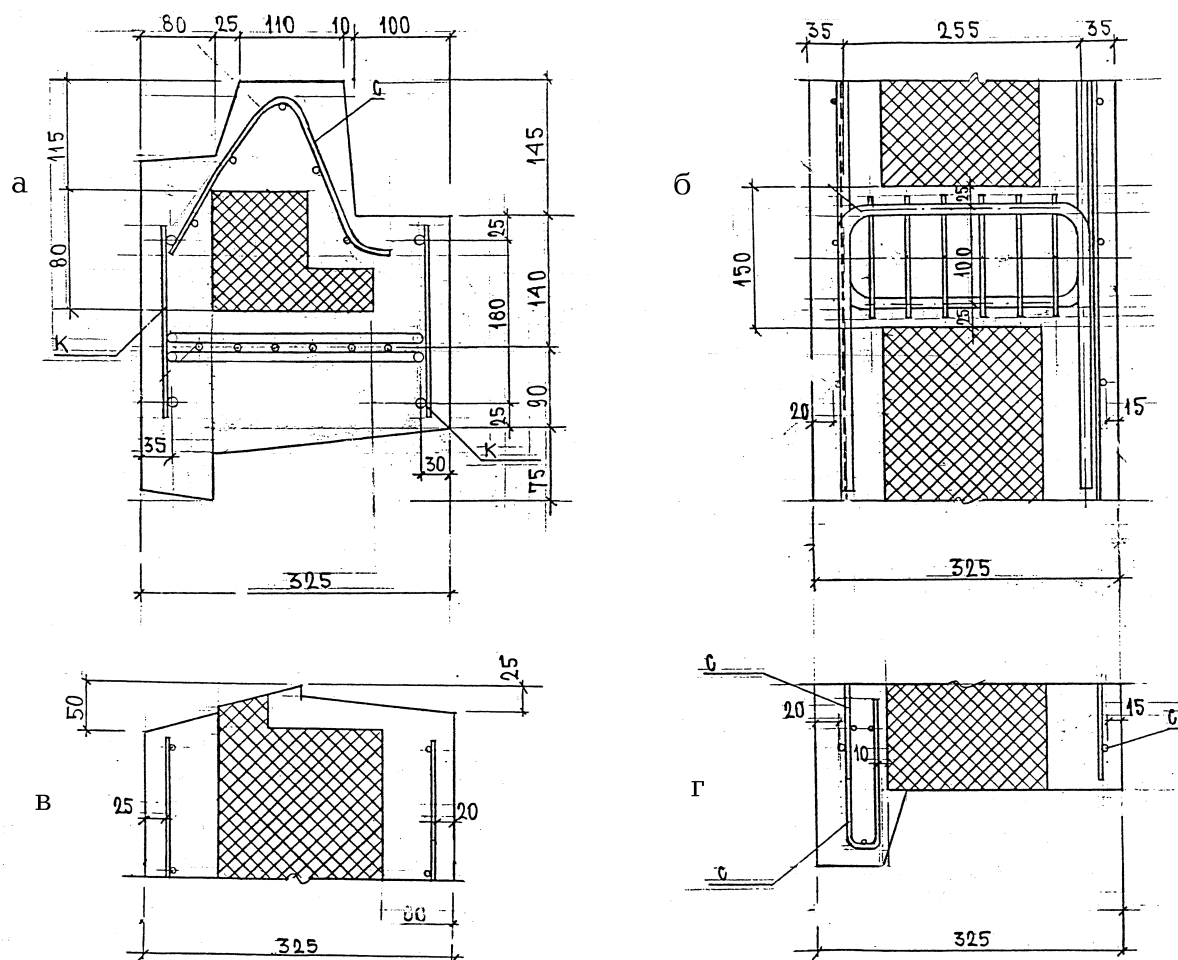


Рис.1.6 Детали сечений трехслойной панели со шпюночными связями: а - армирование стыкового гребня; б - то же, соединительной шпонки; в - подоконных зон; г - надоконных зон.

Однако до середины 1990-х годов в отечественной домостроительной промышленности преобладало производство однослойных панелей. В связи с резким возрастанием нормативных требований к энергосбережению и соответственно к сопротивлению теплопередаче наружных ограждающих конструкций однослойные конструкции для большинства климатических районов страны оказались неприемлемыми. Промышленность перестраивается на производство трехслойных панелей. Но и они в большинстве случаев оказываются пригодными лишь с самыми эффективными утеплителями (с коэффициентом теплопроводности в пределах 0,04...0,06 Вт/м °С). В этом случае из-за увеличения толщины утеплителя толщина стен может возрасти до 350-400 мм (раньше трехслойные панели имели унифицированную толщину 300 мм для всех районов с расчетной зимней температурой до -35°С), что влечет за собой реконструкцию бортовой оснастки форм на домостроительных заводах.

1.2. Панели из небетонных материалов¹

Легкие стены проектируют с фасадным слоем из алюминиевых сплавов, эмалированной стали, металлопластов (металлических листов, защищенных от коррозии в заводских условиях полимерными составами с применением термообработки), стеклопластиков, закаленного стекла (стемалита), асбестоцемента. Легкие стены проектируют в виде фахверковых конструкций полистовой сборки или панельными. Комплектацию облицовочных и утепляющих слоев в панель выполняют, склеивая их между собой безусадочными клеями (изделия типа “сэндвич”), либо путем крепления к внутреннему каркасу панели. Изделия типа сэндвич применяют преимущественно в малоэтажных общественных зданиях из легких металлических конструкций комплектной поставки (см.гл.7), а каркасные – в жилых и общественных зданиях средней и повышенной этажности. Большинство материалов, применяемых для каркаса панелей, сталь, алюминий, асбестоцемент или легкобетонные бруски – теплопроводны и ухудшают эксплуатационные качества стен в отечественных климатических условиях. Наиболее пригодны здесь в каркасе панелей деревянные бруски. Такой каркас может быть применен в зданиях любой этажности, если предусмотрена его защита от непосредственного воздействия огня примыкающими несгораемыми конструкциями (перекрытиями, внутренними стенами, колоннами несущего каркаса здания), а в панелях применить несгораемый утеплитель.

Внутреннюю обшивку легких стен выполняют из гипсокартона, гипсоопилочных и древесноволокнистых плит. За внутренней обшивкой непосредственно располагают рулонный пароизоляционный слой (рис.1.7).

В одном здании могут быть использованы разные конструкции наружных стен. Так, например, в здании с поперечными внутренними несущими стенами могут быть применены ненесущие продольные наружные стены - панельные из небетонных материалов, а для торцевых – несущие из бетонных панелей.

1.3. Элементы внутренних несущих конструкций

Внутренние конструкции панельных зданий I и II системы также разнообразны. Для внутренних стен I системы применяют бетонные панели сплошного сечения двух разных толщин – 120 мм для межкомнатных стен, 160 – для межквартирных. Для зданий II системы – бетонные панели внутренних стен имеют единую толщину – 160 мм. Московским территориальным каталогом, независимо от системы, предусмотрена единая толщина панелей – 180 мм. Во всех случаях панели имеют высоту в этаж и изготавливаются глухими и с дверными проемами.

Панели перекрытий в домах I системы – сплошного сечения, размером “на комнату”. Однако толщина панелей в разных сериях блок-секций, несмотря на одинаковые пролеты и нагрузки, - различна: в одних сериях – 120 мм (для случаев применения слоистых полов), а в других – 140 и 160 мм (для акустически однородных перекрытий). Различия сложились в течение десятилетий не без влияния постоянно повышающихся нормативных требований к звукоизоляции, но в настоящее время они служат одним из существенных препятствий в обеспечении взаимозаменяемости конструкций на пути к открытой системе типизации конструкций. Пути преодоления этого существенного недостатка дают и Общесоюзный каталог и система ГСПД (см. “Введение”), внедрение которых, к сожалению, до настоящего времени не произошло.

¹ Для описания таких конструкций применяют также термины – легкие стены, стены-экраны, стены-курины, стены из листовых материалов и др.

Учебник

Татьяна Георгиевна **Маклакова**
Светлана Михайловна **Нанасова**

КОНСТРУКЦИИ ГРАЖДАНСКИХ ЗДАНИЙ

Редактор: *О.А. Гладкова*
Компьютерный набор и верстка: *Д.А. Матвеев*
Дизайн обложки: *Н.С. Романова*

Лицензия ЛР № 0716188 от 01.04.98.
Подписано к печати 19.09.11. Формат 60х90/8.
Бумага газ. Гарнитура Таймс. Печать офсетная.
Усл. 37 п. л. Заказ № Доп. тираж 500 экз.

ООО «Издательство АСВ» 129337, Москва, Ярославское шоссе, 26.
Отдел реализации - оф. 511
Тел., факс (499) 183-56-83
e-mail: iasv@mgsu.ru, <http://www/iasv.ru>