

СТАЛЬ В РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ

БИЛЫК А.С.



Билык А.С.

СТАЛЬ В РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ

ПРЕДИСЛОВИЕ

Реконструкция – один из самых сложных сегментов строительства, поскольку каждое здание, даже типичное по застройке, все равно имеет индивидуальные особенности и накапливает их в результате эксплуатации. Поэтому преобразование существующей застройки становится задачей, не имеющей универсального решения, и требует в каждом случае уникального, особенного и тщательного подхода. Данная работа призвана интегрировать существующий мировой опыт решений реконструкции с применением стали и систематизировать его в ракурсе изменения функции, архитектурной и конструктивной формы.

Материалы и примеры реконструкции приведены в книге с учетом ведущего современного мирового, отечественного и авторского опыта, наработанного в Киевском национальном университете строительства и архитектуры и других организациях. Автор выражает благодарность заведующему кафедрой металлических и деревянных конструкций КНУСА, директору НДПП «Вартість», д.т.н., профессору Билыку С. И., доцентам Владимирскому В.А., Бабичеву П.Е., ассистентам Нужному В. В., Шупику А. В., Буту М. А., инж. Коваленко А. И., Шпинде В. З., асс. кафедры железобетонных и каменных конструкций КНУСА Постернаку А. М., коллективам кафедры металлических и деревянных конструкций КНУСА, НДПП «Вартість» и Украинского Центра Стального Строительства (Р. Курашев, Т. Колчанова, Э. Ковалевская, В. Колесник и др.), главному инженеру А. В. Шульге, всем близким и Вселенной за поддержку, содействие и возможность издания книги.

Рецензенты:

Давиденко А. И., д.т.н., проф., заведующий кафедрой строительства Национального Университета биоресурсов и природопользования, г. Киев.

Першаков В. Н., д.т.н., проф., профессор кафедры реконструкции аэропортов и автодорог Национального Авиационного Университета, г. Киев.

Рекомендовано к печати решением заседания ученого совета строительного факультета Киевского национального университета строительства и архитектуры (КНУСА), протокол №8 от 24.5.2018 года. Монография может использоваться как учебное пособие при подготовке учащихся ВУЗов по специальностям «Архитектура» и «Строительство и гражданская инженерия».

Аннотация

Реконструкция – перспективное и в то же время достаточно уникальное и комплексное направление в строительстве. Поэтому настоящая монография рассчитана на то, что читатель уже знаком с базовыми принципами архитектурного и конструктивного формообразования зданий, а также со специализированной терминологией и основами технологии строительного производства. Публикация предназначена для архитекторов, инженеров, девелоперов и заказчиков, которым приходится принимать решения по реконструкции и инвестированию в преобразование объектов существующей застройки. Областью применения являются преимущественно здания коммерческого, общественного и жилого назначения.

Приведенные в книге данные по геометрии конструктивных решений, их отдельных элементов и по типовым узлам являются справочными и подлежат уточнению специальными расчетами, однако могут эффективно использоваться архитекторами, инженерами и студентами при вариантном и эскизном проектировании. Для иллюстрации предлагаемой информации широко использованы фотографии современных объектов, выполненных с применением стальных конструкций. Отдельные термины дублированы на английском языке для гармонизации отечественного и зарубежного опыта реконструкции.

Сталь в реконструкции зданий / Билык А.С., монография, УЦСС, 2016 – 167 с.

Сталь в реконструкції будівель / Білик А.С., монографія. рос. мовою. УЦСБ, 2016 – 167 с.

Пер. с укр. В.Тимохин. Издается в авторской редакции.

ISBN 978-617-7402-23-6

Предисловие	2
Оглавление	3
Введение	5
I. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ	
1.1. Роль реконструкции в развитии городов	7
1.2. Типология и виды изменений существующей застройки	12
1.3. Стадии и состав проектирования реконструкции	17
II. ФОРМА И ФУНКЦИЯ	
2.1. Архитектурная, конструктивная формы и функция здания	27
2.2. Механизмы несущих систем.	29
2.3. Типология изменения здания при реконструкции	32
2.4. Материалы и элементы, применяемые в реконструкции.	35
2.5. Средства крепления элементов при реконструкции.	39
2.6. Средства включения в работу новых элементов	50
2.7. Критерии выбора конструктивной формы и средств реконструкции.	52

III. В ПРЕДЕЛАХ ФОРМЫ

3.1. Усиление стен и колонн	73
3.2. Усиление перекрытий и покрытий.	80
3.3. Обустройство и расширение проемов в стенах и перекрытиях	87
3.4. Замена и обустройство новых колонн и стен.	94
3.5. Замена и обустройство новых перекрытий и покрытий	101
3.6. Замена или дублирование всего каркаса	111

IV. ЗА ПРЕДЕЛАМИ ФОРМЫ

4.1. Выход консолями	116
4.2. Достройка или заполнение пространства	121
4.3. Надстройка и возведение над существующей формой	126
4.4. Пристройка и возведение рядом с формой.	132
4.5. Изменение пространства под формой	135

V. ПРЕОБРАЗОВАНИЕ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ФОРМ

5.1. Подъем формы	143
5.2. Перемещение формы	148
5.3. Объединение существующих форм	152
5.4. Интеграция новых внешних форм	157

Послесловие.	164
-----------------------------	------------

Список использованных источников	169
---	------------

Мировая тенденция преобразования городов свидетельствует о постоянстве процессов перестройки и реновации существующей коммерческой застройки с целью адаптации в ракурсе концепции устойчивого развития и тенденций рынка. При этом должны быть выдержаны требования как в отношении обеспечения комфорта современной городской среды, так и сохранения исторического облика города (*historic preservation*). Таким образом, объективная необходимость реконструкции зданий возникает, в основном, по следующим причинам:

- неудовлетворительное техническое состояние конструкций или их элементов;
- потребность в изменении, расширении пространства зданий (*рис. 1.1.1 п. А*);
- модернизация оснащения и оборудования (*рис. 1.1.1 п. Б*);
- изменение функционального назначения зданий или их частей (*repurposing*);
- изменение условий эксплуатации (*рис. 1.1.1 п. В*);
- моральный износ зданий.

Учитывая вышесказанное, а также уменьшение количества свободных участков для застройки и экономическую ситуацию в Украине, на данный момент удельная часть сегмента реконструкции в отечественном строительстве продолжает расти. Следует отметить, что высокий сегмент недвижимости, характерный для центральной, исторической части крупных городов, всегда менее чувствителен к экономическим факторам, чем другие, из-за низкого предложения и ограниченности территории.

Особенностью решения задачи реконструкции существующего здания является ее многокритериальность, зависимость от различных факторов и индивидуальность. Такая задача обычно характеризуется следующими особенностями, которые следует принимать во внимание:

- необходимость сохранения многих существующих архитектурных, конструктивных и декоративных элементов;
- стесненность условий использования габаритов конструкций и их элементов;

- необходимость учета технического состояния существующих конструкций, возможное наличие скрытых дефектов;
- технологическая сложность транспортировки элементов и их монтажа на площадке;
- конструктивная нелинейность при работе элементов, влияние технологии и последовательности возведения;
- физическая и геометрическая нелинейность, возникающие из-за разницы и неравномерности распределения жесткостей существующих и новых элементов;
- обеспечение совместной работы и перераспределения усилий, включение в работу усиливающих элементов;
- интеграция новых элементов и конструкций здания в существующую архитектурную и городскую среду.

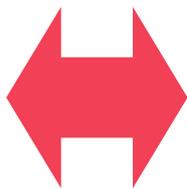
Описанные особенности реконструкции выводят на первый план интегральную проблему физической осуществимости решений, когда необходимость трансформации пространства требует поиска нетривиальной конструктивной формы и ставит вопрос о принципиальной возможности ее существования. Поэтому инженеру и архитектору важно знать полный набор инструментов для использования при выполнении задач по реконструкции, имеющих различные цели и уровень сложности. Такой инструментарий для абсолютного большинства сложных задач в реконструкции может предоставить применение стальных конструкций. В качестве основных преимуществ стальных решений для реконструкции можно отметить следующие [75]:

- относительная легкость за счет небольших сечений и собственного веса. Таким образом, можно избежать дополнительного усиления конструкций и обеспечить физическую осуществимость проектов, уменьшить расходы при транспортировке и монтаже;
- возможность заводского изготовления большого количества деталей, что обеспечивает технологичность, малозлементность и компактность решений;

- высокая прочность и надежность конструкций, прозрачность и прогнозируемость механической работы элементов и узлов, что особенно важно для сложных объектов и стесненных условий;
- гибкость в применении за счет возможности сварки и резки деталей на площадке;
- скорость возведения, позволяющая обеспечить раннее возвращение инвестиций и генерацию прибыли;
- долговечность и высокая пригодность реконструированных зданий к дальнейшим реновациям, уменьшение стоимости жизненного цикла и увеличение адаптивности пространства;
- выразительность в интерьере, что позволяет экономить на отделке и элементах декора.

В данной публикации рассматривается систематика реконструкции через призму уровней иерархии изменения формы здания, как существующего строительного объема. Рассматриваются возможные способы применения стальных конструкций, получившие наибольшее распространение в практике реконструкции. Публикация освещает, в первую очередь, варианты реконструкции зданий, обусловленные изменениями их функционального назначения, условий эксплуатации, модернизации и расширения пространства. Она меньше касается реконструкции, обусловленной наличием дефектов и повреждений в несущих конструкциях зданий, поскольку это составляет широкий спектр самостоятельных тем, требующих отдельного изучения.

Материалы и примеры реконструкции в книге приведены с учетом ведущего современного мирового, отечественного и авторского опыта, наработанного в Киевском национальном университете строительства и архитектуры и других организациях. Нормативные документы в книге приведены по состоянию на декабрь 2017 года и подлежат уточнению.



РЕКОНСТРУКЦИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

Результатом накопления энергии явилось разрушение гнезда – такого уютного, но сковывающего и скучного – в мире обычной жизни. И подавленность их была не печалью потерявших старый дом, но печалью обреченных на поиски нового. Новый дом может быть не столь уютен, однако в нем гораздо больше простора.

Д. Хуан Матус

1.1 РОЛЬ РЕКОНСТРУКЦИИ В РАЗВИТИИ ГОРОДОВ

История реконструкции насчитывает тысячи лет. Первобытные некапитальные здания при изменении требований к ним или при их старении было легче снести и построить заново, а потребность в их сохранении была несущественной. Однако при появлении социальной организации, культурных и религиозных основ текущей цивилизации, с возрастанием ограниченности ресурсов, а также при уплотнении застройки встал вопрос о сохранении сооружений. С другой стороны, развитие строительных технологий привело к росту капитальности зданий, эффективности их усиления и расширения.



Рис. 1.1.1 – А – реконструкция Музея Природы в Онтарио, Канада, 2010 г., арх. бюро КРМВ; Б – надстройка Оперы в г. Лион, Франция, 1993 г., арх. Ж. Нувель; В – введение стальной связевой системы в каркас университета в г. Беркли, США при изменении сейсмических требований, 1989 г.

В известной истории, уже с X-го тысячелетия до Рождества Христова и ранее – в развитии протопоселений, в частности, шумерской, трипольской и других культур находят признаки переоборудования, надстройки, достройки зданий. Широко распространена была эта практика, прежде всего, в культовых и общественных зданиях Древней Греции и Римской империи. В Египте и сейчас сохранилась древняя традиция достраивать этаж к индивидуальному зданию при увеличении семьи. Отечественная практика знает массовую перестройку и укрепление деревянных церквей и храмов каменными элементами [64].

При этом следует учитывать, что вплоть до Эпохи Возрождения уплотнение застройки, приводящее к реконструкции, определялось не только экономическими факторами концентрации капитала, но и соображениями

безопасности пребывания в защищенном контуре городов.

Возведение новых зданий преимущественно ручным трудом требовало значительного времени, поэтому широко применялась практика частичного сноса, а также использования существующих оставляемых фундаментов и стен, задававших новую форму здания. Железные, а затем чугунные и стальные элементы применялись для скрепления или усиления кладки в виде скоб и затяжек, которые закладывались при строительстве или при выявлении неудовлетворительного состояния конструкций (рис. 1.1.2). Кроме этого, применялись пластинчатые щитовидные элементы, укрепляющие стены оборонительных сооружений. Иногда металлическими элементами укрепляли деревянные элементы кровли и перекрытий, когда замена этих элементов оказывалась затрудненной.

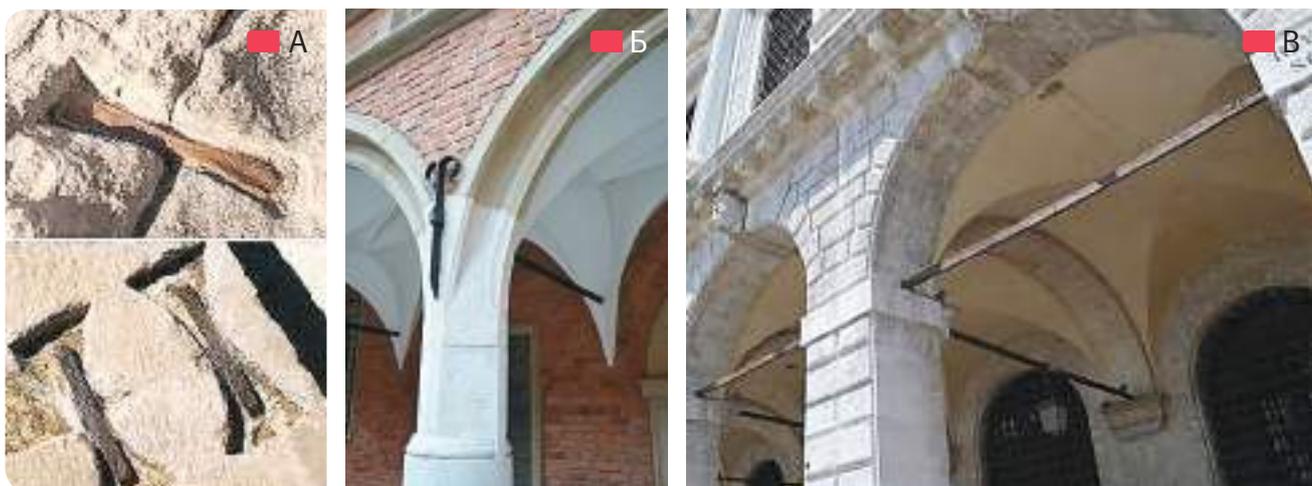


Рис. 1.1.2 – А – металлическое скрепление кладки в древнем Египте и Иране; Б – анкеровка стены собора в Кракове, Польша; В – железные затяжки каменных колонн во Дворце Дожей в Венеции, Италия

Основной нынешний этап развития средств и видов реконструкции совпадает с эпохой индустриализации, стремительным ростом производства, урбанизацией и усложнением связей внутри городских образований.

Промышленное изготовление стальных элементов предоставило значительные возможности, как для нового строительства, так и для реконструкции существующего фонда. Сталь, как революционная технология, массово начала применяться в строительстве с XIX в., позволив существенно увеличить пролеты, этажность, применять богатый инструментарий для преобразования существующих зданий.

Современная роль реконструкции в развитии городов связана с новыми технологиями, социально-экономическими процессами и градообразующими тенденциями, среди которых основными можно назвать следующие.

Джентрификация (*Gentrification, благоустройство*) – термин, обозначающий реконструкцию и обновление отдельных кварталов, зданий в нефешенебельных ранее частях города, что сопровождается миграцией в этот район населения с большими доходами [95]. При этом в районе обычно происходят существенные изменения в демографии, поднимается средний доход, растет престижность и инвестиционная привлекательность

недвижимости [107]. Термин «джентрификация» возник для охарактеризования градообразующих процессов, происходивших в Великой Британии с середины 1960-х годов, и впоследствии распространился в США. Джентрификация – явление, противоположное субурбанизации (отток населения в пригородные зоны) и может быть, как составной частью целевых программ восстановления города, так и результатом процессов саморегуляции – изменения популярности района из-за изменений в структуре города, его разрастания (*urban sprawl*) и т.п. Джентрификация сопровождается рециркуляцией населения, направлением или вовлечением в соответствующий ареал города инвестиций и развитием инфраструктуры.

Реконструкция зданий при саморегулируемой джентрификации проводится точно и не системно. При реализации городских программ джентрификации превращению подлежат целые кварталы города. В основном джентрификация направлена на реорганизацию внутренней функции, тогда как форма претерпевает только частичные видоизменения (рис. 1.1.3).

Регенерация (*Regeneration*) городских территорий – инициированное в составе городских и государственных программ комплексное обновление и переоборудование отдельных зон или районов города с целью привлечения инвестиций и стимулирования местной экономики. Социальный эффект проявляется преимущественно в росте престижности зданий и привлечении населения с большими доходами. Регенерация может быть нацелена и на восстановление композиционной целостности исторических центров, отдельных архитектурных ансамблей и со-



Рис. 1.1.3 – А – квартал *New Concordia Wharf* в Лондоне, Великая Британия, преобразованный из строений причальной стенки р. Темза; Б – реконструкция и пристройка зданий XIX в. в Париже, Франция, арх. бюро *Tetrarc*, конструктив бюро *Legendre*, 2015 г.

ружений. Также регенерация фигурирует под названиями «ревитализация» (*revitalization*) или «обновление городов» (*urban renewal*).

Регенерация, как правило, сопровождается системной реконструкцией зданий по определенному плану, значительным изменением их функции и формы (рис. 1.1.4, рис. 1.1.5).



Рис. 1.1.4 – А – реконструкция железнодорожной станции *Kings Cross*, Лондон, Великая Британия со стальным структурным покрытием, арх. *John McAslan + Partners*, конструктив *Arup* 2012 г.; Б – регенерация с достройкой прилегающей территории (*St Martins College of Art & Design*)



Рис. 1.1.5 – Регенерация медгородка Dagmar Dolby с достройкой корпусов в г. Сан-Франциско, США, конструктор Forell, 2010 г. А – стальной каркас, Б, В – внешний вид готового корпуса

Глобализация (*globalization*) – сверхобширный процесс экономической, политической и культурной интеграции и унификации современной цивилизации, который сопровождается информационно-технической революцией, разделением труда, стандартизацией процессов и т. п. Глобализация инициирует динамику концентрации и распределения капитала, человеческих и производственных ресурсов, в частности и в городах [87]. С позиции преобразования города глобализация приводит к **децентрализации** производства и

технологий, политических и бизнес-центров, деиндустриализации целых районов города. **Деиндустриализация** (*de-industrialization*) – процесс социальных и экономических изменений в городе, сопровождающийся снижением или полной остановкой индустриальной активности в ареале, уменьшением занятости населения в индустрии. Выделяют также **постиндустриализацию**, когда предприятия переоснащаются, перепрофилируются или переносятся частично, меняют технологию и масштаб.



Рис. 1.1.6 – Примеры деиндустриализации: А – Pump House, г. Бохум, Германия, арх. бюро Heinrich Böll, конструктор Lederhose, Wittler & Partner, 2012 г.; Б – Project Orange, 192 Shoreham Street, Sheffield, Лондон, Великая Британия

При деиндустриализации ранее промышленные здания или целые промышленные ареалы города перестраиваются под жилую или коммерческую недвижимость. Деиндустриализация носит плановый характер – когда государственные производства и промышленные зоны меняют назначение или выносятся за пределы города; а также носит характер саморегуляции – когда решение о переоборудовании отдельных фабрик принимают частные владельцы. При деиндустриализации зданий основные изменения претерпевает внутренняя функция, под которую реконструируют несущие конструк-

ции, а внешняя форма может оставаться неизменной (рис. 1.1.6). Деиндустриализация, в частности, привела с 40-х годов XX ст. к появлению архитектурного стиля «лофт» (*loft* – чердак), которому было свойственно переоборудование под жилье, мастерскую или офисное помещение зданий промышленного назначения (рис. 1.2.4). Отдельно также следует отметить демилитаризацию, которая касается перепрофилирования сооружений военного или стратегического назначения под гражданские – общественные, жилые и т.д. (рис. 1.1.7).



Рис. 1.1.7 – А – преобразование фабрики 17 века в г. Hamburg, Германия в филармонию Elbe, проект бюро Herzog and de Meuron, 2017 г.; Б – устройство стального купола при реконструкции форта 1861 г. на острове Man Made Island под отель, 2007 г.

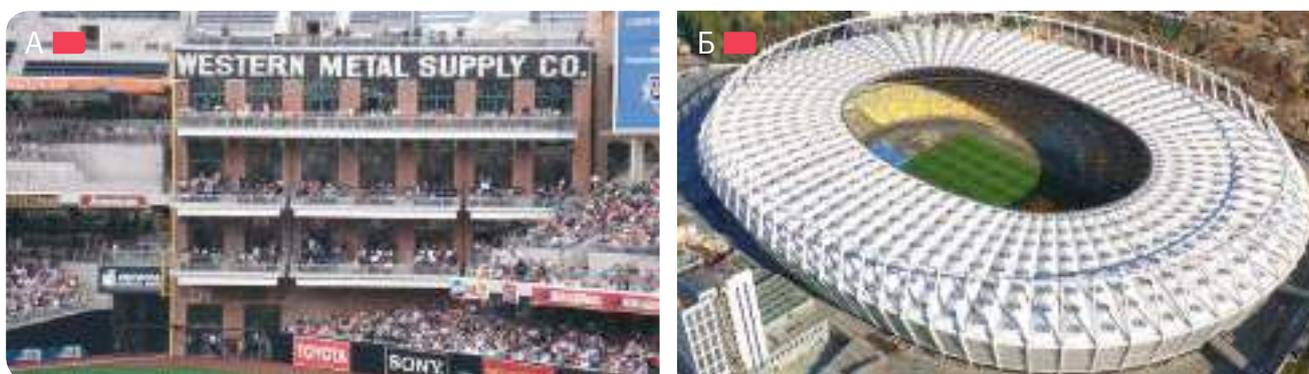


Рис. 1.1.8 – А – существующая застройка, адаптированная под трибуны на стадионе Petco Park, г. Сан Диего, США, арх. бюро Populous, конструктив Т. Tomasetti; Б – реконструкция стадиона «Олимпийский» в г. Киев, с обустройством стального вантового покрытия, проект бюро GMP, «Ю. Серьогін», 2011 г.

Глобализация и интенсификация коммуникаций также приводят к внедрению многих уникальных проектов, вызывающих значительные изменения застройки, реализацию масштабных сопутствующих инициатив. Так, Олимпийские игры изменили облик Пекина и Барселоны, проведение международных выставок – внешний вид Милана, Брюсселя, Монреаля, многих других городов. Особо следует выделить реконструкцию

спортивных объектов, для которых запросы в отношении внутреннего оснащения, вместимости и других параметров постоянно растут (рис. 1.1.8). Новые требования к функциональности среды также определяют комплексную реконструкцию зданий и существенное преобразование инфраструктуры. Основные современные факторы, приводящие к реконструкции городской застройки, сведены в табл. 1.1.1.

Основные современные факторы, приводящие к реконструкции городской застройки

Фактор	Тип преобразования	Масштабы преобразования	Место	Инициатор	Социальный эффект	Экономический эффект
Джентрификация	Реконструкция и обновление, реорганизация внутренней функции, форма претерпевает только частичные видоизменения	Здания, кварталы	Нефешенные ранее части города	Саморегуляция, целевые программы и восстановление города	Рециркуляция населения с большими доходами, демографические изменения	Рост среднего дохода, престижности и инвестиционной привлекательности недвижимости, инвестиций и развития инфраструктуры
Регенерация	Восстановление и системная реконструкция зданий, значительное изменение их функции и формы	Зоны, районы города	Исторические центры, отдельные архитектурные ансамбли и сооружения	Городские и государственные программы	Рост престижности застройки, привлечение населения с большими доходами	Приток инвестиций и стимулирование местной экономики
Глобализация	Системная реконструкция зданий, значительное изменение их функции и формы	Отдельные объекты, районы города	Промышленные зоны, территории предприятий, муниципальных объектов	Индивидуальные инициативы, городские и государственные программы	Интенсификация коммуникаций, перепрофилирование, создание новых рабочих мест	Появление качественных новых площадей, привлечение инвестиций, развитие инфраструктуры

1.2 ТИПОЛОГИЯ И ВИДЫ ИЗМЕНЕНИЙ СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ЗАСТРОЙКИ

В название данной книги вынесен термин «реконструкция», но в тексте он используется для удобного сверхообщего наименования вариантов перестройки объекта, среди которых реконструкция – на самом деле только один из возможных. Отечественные и зарубежные нормативы различают несколько терминов, связанных с функциональными изменениями зданий. Ниже мы попытаемся дать нормативное определение всем таким вариантам с учетом специфики применения каждого из них и соотнести объем выполняемых при этом работ.

Нормативный документ ДБН А.2.2-3:2014 «Состав и содержание проектной документации на строительство» [24] определяет три основных комплекса действий, которые могут применяться в отношении существующих зданий – **техническое переоснащение, капитальный ремонт и реконструкция.**

Техническое переоснащение (*retrofitting*) согласно ДБН А.2.2-3:2014 [24] – это комплекс мероприятий по повышению эксплуатационных свойств объектов, введенных в эксплуатацию в установленном порядке, путем внедрения передовой техники и технологии, обновления и замены устаревшего и физически изношенного оборудования новым, более продуктивным. К техническому переоснащению относят изменение средств, обеспечивающих функцию без изменения самой функции, утепление и обновление ограждающей оболочки и тому подобное. При этом внешние габариты, форма здания и каркас остаются неизменными, но возможно появление элементов усиления внутри объема для установки нового оборудования и т.д. (рис. 1.2.1).

Как ДБН А.2.2-3:2014 [24] так и Письмо ГАСИ «О реконструкции зданий и сооружений и их консервации» [67] определяют **капитальный ремонт** (*major overhaul*) как совокупность работ, предусматривающих вмешательство в несущие конструктивные системы при замене или восстановлении конструкций, инженерных систем и оборудования, введенных в эксплуатацию в установленном порядке, объектов строительства, без изменения их функционального назначения и внешних геометрических размеров в связи с их физическим износом и разрушением, а также для улучшения эксплуатационных показателей и благоустройства территории. Несущие конструкции при этом **подлежат увеличению несущей способности** (*strengthening*) – **ремонту и усилению** (*repair and reinforcing*), либо замене. Капитальный ремонт предусматривает приостановку на время выполнения работ по эксплуатации объекта в целом или его частей при условии их автономности (рис. 1.2.2). **Текущий ремонт** не является предметом рассмотрения настоящей книги, так как осуществляется в основном по плану и касается только отдельных элементов, не внося существенных изменений в функцию здания.



Рис. 1.2.1 – переоснащение с заменой пожарных лестниц в здании; Б – добавление стальных элементов крепления утепления типового рамного каркаса; В – установка стальных связей из плоскости деревянных балок при увеличении нагрузки на перекрытия



Рис. 1.2.2 – Фармацевтическая фабрика «Дарница» (г. Киев, Украина) до и после капитального ремонта с заменой ограждающих конструкций, 2002 г.

Реконструкция (*reconstruction*) согласно ДБН А.2.2-3:2014 [24] и ДБН В.3.2-2:2009 [34], – это перестройка введенного в эксплуатацию в установленном порядке объекта строительства, предусматривающая существенное изменение его геометрических размеров и/или функционального назначения, в результате чего меняются основные технико-экономические показатели, совер-

шенствуется производство, повышается его технико-экономический уровень, улучшаются условия эксплуатации и качество услуг. Реконструкция предусматривает полное или частичное сохранение элементов несущих и ограждающих конструкций и приостановку на время выполнения работ эксплуатации объекта в целом или его автономных частей (рис. 1.2.3).



Рис. 1.2.3 –
 А – реконструкция
 Małopolska Garden of
 Arts в Кракове, Польша, с
 устройством
 стального атриума,
 арх. бюро Ingarden &
 Ewý, 2009 г.; Б – Hearst
 Tower высотой 182 м
 с сохранением фасада
 существующего здания
 в Нью-Йорке США, арх.
 бюро Foster + Partners,
 конструктив WSP
 Cantor Seinuk 2006 г.

Типология наименований видов преобразования зданий не исчерпывается приведенными выше терминами. Нормативный документ «Правила содержания жилых домов и придомовых территорий» [84] дает также следующие определения:

Перепланировка (*redesign*) – перенос и разборка перегородок (рис. 1.2.4), перенос и устройство дверных проемов, обустройство и переоборудование тамбуров, пристройка балконов на уровне первых этажей многоэтажных домов. Перепланировка не

вмешивается в несущий каркас здания, при необходимости образуя самостоятельные формы. **Переоборудование** (*alterations*) – обустройство в отдельных помещениях зданий индивидуального отопления и другого инженерного оборудования, перенос нагревательных, сантехнических и газовых приборов; устройство и переоборудование туалетов, ванных комнат, вентиляционных каналов. Очевидно, что **переоборудование** с технической точки зрения является переоснащением.



Рис. 1.2.4 – А – перепланировка чердаков зданий под жилые и офисные помещения в стиле «лофт», Б – с установкой стальных перегородок, проект бюро С. Garchitect

Многие здания и сооружения, подлежащие реконструкции, являются объектами культурного наследия, которые согласно ДСТУ-Н Б В.3.2-4:2016 [40], «независимо от состояния сохранности донесли до нашего времени ценность с антропологической, археологической, эстетической, этнографической, исторической, научной или художественной точки зрения и сохранили свою аутентичность». Норматив ДСТУ-Н Б В.3.2-4:2016 определяет для таких объектов ряд отдельных терминов:

Реставрация (*restoration*) – совокупность научно обоснованных мероприятий по укреплению (консервации) физического состояния,

раскрытию наиболее характерных признаков, восстановлению утраченных или поврежденных элементов объектов культурного наследия с обеспечением сохранения их подлинности и архитектурной формы. Конструкции при этом могут быть, как восстановлены до первоначального состояния, так и скрыто введены в существующий каркас. Другим вариантом является замена существующих конструкций новыми, с их последующей стилизацией под оригинальные (рис. 1.2.5 п. А).

Консервация (*conservation*) – совокупность научно обоснованных мероприятий, позволяющих защитить объекты культурного

наследия от дальнейших разрушений и обеспечивающих сохранение их подлинности с минимальным вмешательством в их существующий вид – то есть, памятник архитектуры остается практически таким, в каком он дошел до наших дней. Следует отметить, что консервация касается также и зданий, которые не являются объектами культурного наследия. В частности, консервация может быть вызвана необходимостью сохранения объекта, который находится в удовлетворительном состоянии, до начала на нем ремонтных работ. Также консервацию применяют для сезонного укрытия или защиты зданий от изменений внешних условий эксплуатации и оберегания объектов незавершенного строительства. При консервации могут вводиться вспомогательные

элементы, каркасы и т.д. с целью удержания конструктивной формы здания в существующем состоянии и предотвращения развития разрушительных процессов (рис. 1.2.5 п. Б).

Восстановление (restoration) – совокупность научно обоснованных мероприятий по воссозданию утраченных элементов объектов культурного наследия при сохранении исторических форм, размеров, масштаба, цвета и использовании строительных материалов, совместимых с первоначальными. Восстанавливается как функция, так и форма, конструктивные элементы объекта.

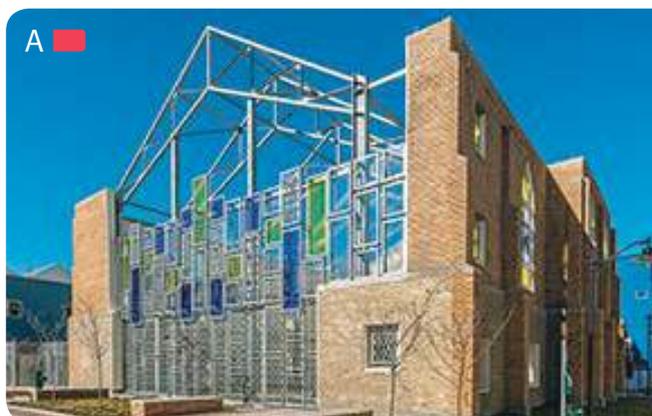


Рис. 1.2.5 – А – реставрация разрушенной церкви с введением металлокаркаса и частичным восстановлением стен в г. Хьюстон, США, арх. студия PGAL, 2009 г.; Б – пример консервации аварийного здания с введением внешних стальных опор

Реабилитация (rehabilitation) – совокупность научно обоснованных мероприятий по восстановлению культурных и функциональ-

ных свойств объектов культурного наследия, приведению их в состояние, пригодное для использования (рис. 1.2.6). Реабилитация

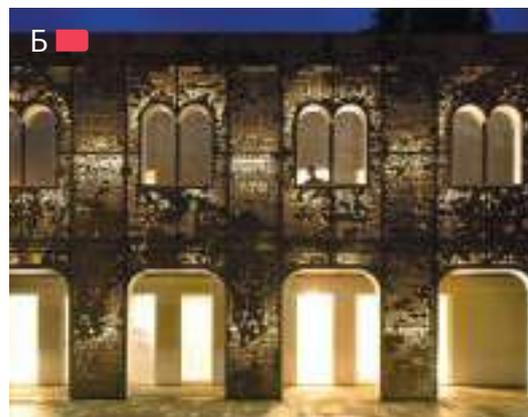


Рис. 1.2.6 – А – здание Campiello in palazzo di vigo novo, г. Венеция, Италия, после пожара; Б – реабилитация с применением ограждающей оболочки из атмосферостойкой стали, арх. бюро zndy studio

Основные типы возможного преобразования зданий при реконструкции

Параметры и составляющие преобразуемого здания	Тип преобразования зданий			
	Реконструкция	Капитальный ремонт	Техническое переоснащение (модернизация, переоборудование)	Перепланировка
Внешние геометрические размеры				
Функциональное назначение				
Эксплуатационные свойства				
Оснащение, оборудование				
Несущие конструкции				
Ненесущие конструкции				
Ограждающие конструкции				
Благоустройство территории				

касается, в основном, восстановления первичной функции и формы, для чего могут применяться дополнительные конструкции. В табл. 1.2.1 обобщены основные типы возможного преобразования зданий с точки зрения изменений их параметров и составляющих.

Обзор будет неполным, если не осветить ряд терминов, не содержащихся в нормах, но получивших распространение в последнее время. Так, недавно получил распространение термин **реинкарнация** зданий. Под ним преимущественно подразумевают капитальный ремонт или реконструкцию без изменения функционального назначения, а иногда с помощью термина «реинкарнация» обозначают только ремонт и обновление фасадных групп, особенно для исторических зданий, что ближе к реставрации и восстановлению. Иногда применяемое выражение **реанимация** служит в основном для обозначения первоочередных контраварийных и реставрационных мероприятий относительно знаковых зданий, находящихся в неудовлетворительном техническом состоянии. Заимствования некоторых терминов из области медицины позволяет провести символическую параллель гуманисти-

ческого отношения к зданию как к человеку, нуждающемуся в поддержке.

Достаточно широко применяется и термин **«санация»**, который употребляется в отношении жилых и общественных зданий и предполагает улучшение условий пребывания в них людей. С этой целью разрабатывается комплекс мероприятий, направленных преимущественно на утепление, гидроизоляцию и ремонт ограждающих конструкций, восстановление внешнего вида здания и его внутреннего оснащения для обеспечения существующей функции.

Также не определено в нормах значение встречающегося в справочной литературе термина **модернизация**, касающегося осуществления комплексных мероприятий по улучшению показателей ограждающих конструкций, внутридомовых инженерных систем и т.д., что, по сути, совпадает с переоснащением. Термин **конверсия**, изначально применяемый для обозначения процессов перевода военных производств на выпуск товаров гражданского назначения, в последнее время также начал применяться как характеристика реконструкции зданий при деиндустриализации, подобно терминам **адаптация, трансформация** (*transformation*) или **перепрофилирование** [18].

1.3 СТАДИИ И СОСТАВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ РЕКОНСТРУКЦИИ

Все объекты, как нового строительства, так и реконструкции, по ответственности и назначению делятся на **три класса – СС1, СС2 и СС3. Классы последствий (ответственности)** определяются в ДБН В.1.2-14:2009 [29], Законе ВРУ № 1817 [57] и ДСТУ – Н Б В 1.2-16:2013 [38] согласно параметрам здания по *таблице 1.3.1.*

Таблица 1.3.1

Класс последствий	Характеристики возможных последствий отказа зданий, строений, сооружений					
	Возможная опасность, количество лиц			Объем возможного экономического ущерба, м.р.з.п.	Потеря объектов культурного наследия, категории объектов	Прекращение функционирования объектов коммуникаций, транспорта, связи, энергетики, других инженерных сетей, уровень
	Для здоровья и жизни людей, которые постоянно находятся на объекте	Для здоровья и жизни людей, которые периодически находятся на объекте	Для жизнедеятельности людей, находящихся снаружи объекта			
СС3 значительные последствия	>400	>1000	>50000	> 72500	национального значения	общегосударственный
СС2 средние последствия	> 50 ≤ 400	> 100 ≤ 1000	> 100 ≤ 50000	>2500 ≤ 72500	местного значения	региональный, местный
СС1 незначительные последствия	≤ 50	≤ 100	≤ 100	≤ 2500	—	—

В *таблице 1.3.1* обозначен м.р.з.п. – минимальный размер заработной платы, который ежегодно устанавливается Законом Украины «О Государственном бюджете Украины» [55]. Объемы возможного экономического ущерба определяются в соответствии с «Методикой оценки убытков от последствий чрезвычайных ситуаций техногенного и природного характера» (Постановление Кабинета министров Украины от 15 февраля 2002 № 175) [79] и ДСТУ – Н Б В 1.2-16:2013 [38]. Класс последствий здания должен быть определен специальным оформленным расчетом.

Также, независимо от классификации, для высотных зданий согласно ДБН В.2.2-24:2009 [31] класс последствий (ответствен-

ности) принимается согласно расчетам, но не менее чем: СС-2 – для зданий высотой от 73,5 м до 100 м; СС-3 – для зданий высотой более 100 м. Кроме того, класс СС-3 назначается для объектов повышенной опасности, убежищ гражданской обороны; СС-2 – для жилых зданий высотой более 4 этажей.

Категории **объектов культурного наследия** устанавливаются в соответствии с действующим законодательством – Закон Украины «Об охране культурного наследия» [56]. Уровень ответственности коммуникаций, транспорта, связи, энергетики и других инженерных сетей устанавливается согласно Закону Украины «О регулировании градостроительной деятельности» [58].

Считается, что на объекте постоянно есть люди, если они находятся там не менее восьми часов в сутки и не менее 150 дней в году (в среднем не менее 1200 часов в год). Людьми, которые периодически посещают объект, считаются лица, пребывающие там не более восьми часов в сутки в течение не более 150 дней в год (в среднем от 450 до 1200 часов в год). Опасностью для жизнедеятельности людей считается возможное нарушение нормальных условий жизнедеятельности более чем на трое суток.

Следует отметить, что при реконструкции или капитальном ремонте зданий для расчета принимаются параметры, соответствующие существующему положению по показаниям эксплуатации, либо, если ожидаемые параметры меняются в сторону увеличения, – по проектным показателям (рис. 1.3.1). В результате расчета зданию или сооружению присваивается наивысший класс ответственности по одной из всех возможных характеристик последствий отказа. При соответствующем обосновании класс последствий может быть определен и для отделенной части объекта строительства – автономной конструктивной системы, отделенной деформационно-температурным, антисейсмическим (при необходимости)

швом, противопожарной стеной. Отдельная часть здания должна иметь автономное инженерное обеспечение и законченный цикл производственного процесса, например, блок-секция, юнит и т. д. (п. 3.4 ДБН А.2.2-3:2014) [24].

Расчет класса последствий влияет на стадийность изготовления и этапность согласования проектной документации. Для объектов **класса последствий СС1** проектирование осуществляется в одну стадию: **рабочий проект (РП) или в две стадии** (для объектов непроизводственного назначения): **эскизный проект (ЭП) и рабочий проект (РП)**. Объекты **класса последствий СС2** проектируются в **две стадии: проект (П) и рабочая документация (Р)**. Объекты **класса последствий СС3** проектируются в **три стадии: ЭП** или, при соответствующем обосновании, **ТЭО, проект (П) и рабочая документация (Р)**. Если объект строительства, исходя из требований постановления Кабинета министров Украины от 27.04.2011 №557 [80], относится к классу последствий СС3, проектная документация на объект строительства подлежит государственной экспертизе и, после утверждения в установленном порядке, является основанием для получения разрешения на начало выполнения строительных работ.



Рис. 1.3.1 – Примеры реконструкции объектов: с низким уровнем ответственности – А – преобразование цеха с надстройкой на Shoreham Street, Sheffield, England 2012, со средним уровнем ответственности – Б – Mediatheek Delft, Нидерланды, Dok Architect 2006, и со значительным уровнем ответственности – В – реконструкция и надстройка здания по ул. Соломенской для размещения суда в г. Киеве 2004 г.

Проектная документация на реконструкцию объектов классов последствий СС1 и СС2 подлежит обязательной экспертизе относительно их прочности, надежности и долговеч-

ности при их расположении на территориях со 2-й и 3-й категориями инженерно-геологических условий – в соответствии с постановлением Кабинета министров Украины

от 11.05.2011. № 560 [81]. Ко 2-й категории инженерно-геологических условий относят площадки, до 20 % площади которых могут занимать специфические грунты, до 5 % площади которых являются участками с возможностью развития потенциально опасных природных и техногенных процессов, сейсмичностью 6 баллов, уровнем грунтовых вод более 5 м и менее 10 м, наклоном свободной поверхности почвы до 15 градусов; а к 3-й категории – территории с распространением специфических грунтов более 20 % площади, с развитием (на более чем 5 % площади) потенциально опасных природных и техногенных процессов, сейсмичностью 7 и более баллов, уровнем грунтовых вод меньше 5 м, наклоном свободной поверхности почвы 15 и более градусов [69]. К потенциально опасным природным и техногенным процессам относят сели, лавины, переработку берегов рек, озер, водохранилищ, подтопление территорий, карст, суффозия, склоновые процессы – оползни, обвалы, солифлюкция. Специфическими грунтами являются многолетние мерзлые, просадочные, набухающие, органоминеральные и органические, засоленные, элювиальные и техногенные грунты. [22, 83].

От класса последствий проектирования также зависят архитектурно-планировочные решения, требования к технологическому оснащению зданий и значения коэффициентов надежности по назначению здания, актуальные при конструктивных расчетах.

Расчет класса последствий входит в содержание проектной документации на стадии Э (эскиз) или ТЭО (технико-экономическое обоснование) и является одним из документов для согласования проекта до строительства. При этом, на рабочей стадии проектирования может быть проведен уточняющий расчет. В реконструкции следует обращать особое внимание на возможный рост класса последствий. При этом для реконструкции или капитального ремонта части существующего объекта с вмешательством в несущую конструктивную систему или при дополнительных нагрузках на фундаменты класс последствий такого объекта не может быть меньше, чем класс последствий существующего здания, если только не предусматривается разделение частей на самостоятельные

функциональные и пожарные блоки. При выполнении текущего ремонта, перепланировке всего здания или его отдельных помещений без вмешательства в несущие и ограждающие конструкции, а также инженерные системы объекта, класс последствий **допускается не определять** – согласно п. 4.14 в ДСТУ-Н Б В 1.2-16:2013 [38].

Проектная документация разрабатывается на основании **задания на проектирование**. Также Заказчик должен получить в установленном порядке **градостроительные условия и ограничения**, а также технические условия (как составляющие исходных данных для проектирования) на объект строительства в целом. Согласно перечню Минрегиона Украины [74], **градостроительные условия и ограничения** в отношении зданий и сооружений **не предоставляются** при: реконструкции производственных сооружений и инженерных сетей, в том числе вспомогательных производств, принадлежащих предприятиям, без перепрофилирования и изменения внешних геометрических параметров; реконструкции автономных котельных установок (кровельных, встроенных, пристроенных и отдельно стоящих) с их инженерным обеспечением, трансформаторные подстанции и их инженерное обеспечение без изменения внешних геометрических параметров; реконструкции водозащитных дамб, каналов, берегоукреплений (за исключением водоемов – источников хозяйственно-питьевого водоснабжения), с устройством элементами благоустройства (переезды, эксплуатационные дороги) и гидротехнических сооружений на дамбах и каналах (водовыпуски, шлюзы-регуляторы, трубопереезды и т.п.); реконструкции железнодорожных пассажирских платформ, постов на железнодорожных переездах без изменения внешних геометрических параметров; реконструкции подземных, надземных и воздушных инженерных сетей и сооружений к этим сетям в пределах отвода земельных участков без изменения целевого и функционального назначения, без

изменения внешних геометрических параметров; реконструкции элементов благоустройства без сноса (переноса) других сооружений или коммуникаций; реконструкции жилых и нежилых помещений без изменения их внешней конфигурации, устройство в существующих жилых домах, административно-бытовых зданиях предприятий и общественных зданиях встроенных помещений общественного назначения; при реставрации, капитальном ремонте зданий и сооружений и перепланировке помещений.

Капитальный ремонт, в соответствии с ДБН А.2.2-3:2014 (п. 4.6.3) [24], может выполняться в одну стадию (РП) и не требует согласования. В некоторых обоснованных случаях, при улучшении показателей, введенных в эксплуатацию в установленном порядке объектов строительства допускается разработка только дефектного акта, в котором определяются физические объемы работ и условия их выполнения, а также составляется сметная документация. При перепланировке помещений зданий, их переоборудовании и при **техническом переоснащении** выполняются отдельные разделы, касающиеся подсистем здания, подлежащих изменению.

Если проводится **реконструкция**, то могут присутствовать все **стадии проектирования**: технико-экономическое обоснование (ТЭО); технико-экономический расчет (ТЭР); эскизный проект (ЭП); проект (П); рабочий про-

ект (РП); рабочая документация (Р). Также для обоснования получения землеотвода (в частности, в г. Киеве) или для принятия принципиальных решений по инвестированию могут разрабатываться предпроектные предложения, форпроекты и др.

Предпроектные работы при капитальном ремонте и реконструкции, как правило, включают в себя:

• **Изучение документации:**

- предыдущие проектные решения и перестройки, планы бюро технической инвентаризации (БТИ), паспорта и т.п. (рис. 1.3.2 п. А);
- предыдущая исполнительная документация: акты на скрытые работы, журналы технического и авторского надзора;
- предыдущие инженерные изыскания;
- предшествующие обследования, осмотры здания;
- исторические, культурные справки, фотографии и т.п. (рис. 1.3.2 п. Б)
- существующие топографические планы, схемы залегания и расположения коммуникаций и данные об их фактическом прохождении;
- история эксплуатации: журналы службы эксплуатации, акты; может осуществляться опрос персонала и т.д.;
- другая информация, которую можно получить из непротиворечивых открытых источников (рис. 1.3.2 п. В).

А ■

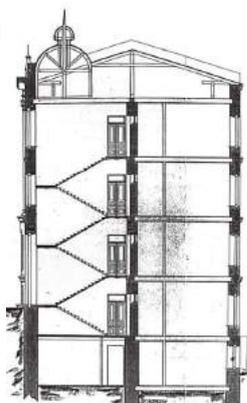


Рис. 1.3.2 – Источники информации об истории и изменении здания в процессе эксплуатации: А – архивная документация; Б – исторические фотографии; В – аэрофотосъемка

- **Разработка предварительных концептуальных решений:**

- определение функционального назначения здания;
- возможность использования территории и условия строительства;
- утверждение принципиальной степени сохраняемости и вариантов изменения здания;
- выполнение предварительных планов, принципиальное определение возможности реализации проекта;
- определение технологических и инженерных характеристик объекта;
- оценивание действия соседней застройки на реконструируемое здание и влияние самого объекта на существующую застройку с точки зрения изменения нагрузок, инсоляции и других параметров.

Эскизный проект при капитальном ремонте и реконструкции может включать в себя следующие работы:

- **Подготовка документации:**

- определение предмета охраны объекта культурного наследия – для исторических зданий или построенных в исторической местности;
- получение выкопировки действующей градостроительной документации: генерального топографического плана в масштабе 1:500 и 1:2000, детального плана или плана зонирования территории (при наличии последнего), схемы планирования района (при наличии);
- предварительное визуальное обследование здания;
- выполнение инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий на участке.

- **Выполнение эскизных решений:**

- установление основных характеристик объекта и ожидаемых технико-экономических показателей;
- выполнение задания на очередность строительства и пусковых комплексов;
- определение требований к градостроительным решениям, доступность объекта для маломобильных групп населения;
- сметная документация, состав, объем и содержание которой определяется в соответствии с ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 [36];

- предварительный расчет класса последствий (см. выше);
 - разработка ситуационного (в масштабе 1:2000 или 1:5000) и генерального (в масштабе 1:500 или 1:1000) планов;
 - при необходимости – разработка схемы транспортно-пешеходных связей;
 - планы, фасады, разрезы зданий и сооружений комплекса;
 - укрупненное определение нагрузки на существующие сети электропитания, водо- и теплоснабжения, водоотведения и т.д., выяснение достаточности существующих сетей;
 - по заданию заказчика выполняются принципиальные схемы устройства инженерного оборудования, технологические компоновки, конструктивные решения и т.п.
- **Выбор основных параметров технологии ведения работ:**
 - оценивание принципиальной возможности проведения работ;
 - установление возможности и степени использования существующих конструкций, возможных резервов несущей способности;
 - рассмотрение очередности и методов ведения работ;
 - разработка мероприятий по укреплению рассматриваемого и соседних строений, по инженерной защите территорий от сдвигов, оседаний грунтовых массивов, подтоплений и т.п.;
 - при необходимости – выяснение возможности переноса или организации временной схемы для внешних коммуникаций.

На стадии предпроектных работ и эскизного проектирования рассматриваются несколько различных, иногда принципиально отличных вариантов перестройки зданий, прежде всего, с позиций **физической осуществимости**. Также для различных вариантов проводятся **технико-экономические расчеты (ТЭР) или отдельное технико-эко-**

номическое обоснование (ТЭО).

Такие расчеты включают в себя:

- анализ укрупненных параметров стоимости и сроков ведения работ в зависимости от изменения объемно-планировочных и конструктивных решений;
- определение сроков окупаемости и инвестиционной привлекательности объекта, включая обоснование выбора конкретного участка для строительства;
- обязательное всестороннее оценивание воздействия планируемой деятельности на состояние окружающей среды (ОВОС) в соответствии с ДБН А.2.2-1:2003 [23].

Технико-экономическое обоснование выбора варианта проведения реконструкции проводится по критерию **капитальных затрат на строительство** или по критериям **приведенных затрат либо стоимости жизненного цикла объекта инвестирования** [97, 102].

Стадия **Проект** разрабатывается для определения градостроительных, архитектурных, художественных, экологических, технических, технологических, инженерных решений объекта, сметной стоимости строительства. Проект разрабатывается на основании исходных данных и одобренной при трехстадийном проектировании предыдущей стадии. Стадия Проект при реконструкции может включать в себя (см. Прил. Д к ДБН А 2-2-3:2014 [24]):

- **Обследование и изыскание:**

- геодезическая съемка, установление геометрии всех элементов здания;
- выполнение всех необходимых технических изысканий, инструментального обследования элементов здания, определение степени физического и морального (функционального) износа;
- выполнение проверочных расчетов, определение возможности восприятия несущими конструкциями дополнительных нагрузок и, в случае необходимости, разработка мероприятий по усилению этих конструкций [1, 35 и др.];
- при необходимости – выполнение специализированных лабораторных, научных исследований, натурных испытаний по определению параметров и характеристик существующего строения, его эле-

ментов и т.д.

- **Выполнение проектных решений:**

- приводятся технологические решения объекта строительства, в которых определена принципиальная последовательность и очередность ведения работ, организационно-технические мероприятия в соответствии с требованиями и рекомендациями ДБН А.3.1-5:2016 [25];
- разрабатываются принципиальные решения по усилению и изменению основных несущих конструкций, их обоснование результатами расчетов; основные решения из принятой конструктивной схемы (материалы стен, перекрытий, кровли). Принципиальные решения также содержат обоснование примененных типов фундаментов и других конструкций, их категории ответственности; теплотехнические характеристики ограждающих конструкций; принятые архитектурные и инженерные решения по защите помещений от шума и т.п.;
- при необходимости – проводятся научно-исследовательские и/или экспериментальные работы в процессе проектирования и строительства. В проектной документации следует приводить их перечень с краткой характеристикой и обоснованиями необходимости их выполнения;
- установление требований на разработку нетипичного и не стандартизированного оборудования при его наличии;
- в пояснительной записке представляют основные технико-экономические показатели объекта, данные инженерных изысканий, сведения о потребности здания в ресурсах после реконструкции, материалы оценки влияния на окружающую среду (ОВОС); решения по экологической, инженерной и гражданской защите территорий и объектов, меры по обеспечению доступности для маломобильных групп населения. Там же описываются мероприятия для обеспечения надежности и безопасности объекта, и для энергосбережения; экономический расчет эффективности инвестиций, сведения по объемам работ; также выполняют

расчет класса последствий (см. выше). В случае необходимости разрабатывают также регламент научно-технического сопровождения, эксплуатации объекта;

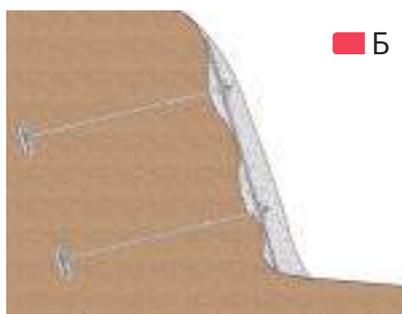
- представляют ситуационный план в одном из таких масштабов: 1:2000, 1:5000 или 1:10 000, генеральный план на топографической основе в масштабе 1:500 или 1: 000, планы внешних и внутриплощадочных сетей и коммуникаций, сооружений к ним, при необходимости представляют схему транспортно-пешеходных связей, решения и основные показатели генерального плана, плана благоустройства и озеленения;
 - проектируют схемы расположения фундаментов, планы, фасады, разрезы зданий и сооружений со схематическим изображением основных несущих и ограждающих конструкций; основные узлы сопряжения конструктивных элементов, схемы армирования монолитных конструкций, детали ограждающих конструкций;
 - разрабатывают принципиальные схемы устройства инженерного оборудования, принципиальные решения по внедрению мероприятий энергосбережения;
 - представляют сметную документацию в соответствии с ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 [36].
- Для многих объектов капитального ре-

монта и реконструкции нужен также предварительный этап подготовительных работ. Такой этап определяется ДБН А.3.1-5:2016 [25] и может включать в себя проектную документацию на следующие мероприятия:

- установку защитного ограждения и организацию охраны территории;
- создание геодезической разбивочной основы;
- инженерную защиту территории от воздействия неблагоприятных природных и техногенных явлений, а также действия окружающей застройки и, наоборот, защиту рядом расположенных зданий от ведения планируемых работ (рис. 1.3.3);
- работы по разборке и демонтажу существующих строений, вывоз строительного мусора;
- работы по устранению последствий аварийных ситуаций, если таковые имели место;
- перенос озеленения, деревьев на другие места;
- сохранение и вывоз для рекультивации растительного слоя почвы;
- перенос отдельных сетей и коммуникаций.



А



Б

Рис. 1.3.3 – А – введение внутренних временных раскреплений котлована и каркаса; Б – схема укрепления склона перед началом работ с помощью стальных напрягаемых анкерных свай с сеткой и торкретированием цементом

Рабочая стадия (Р, РП, РД) при реконструкции и капитальном ремонте включает в себя (см. также Прил. Ж к ДБН А 2-2-3:2014 [24]):

- **Выполнение документации:**
 - выполнение всех необходимых чертежей и решений, описанных в стадии П, на уровне рабочей документации, которая непосредственно идет в производство работ на строительную площадку, и содержит все необходимые узлы,

разрезы, ведомости, спецификации изделий и материалов, ведомости про отделочные работы, рабочую документацию на строительные изделия, сметную документацию и т.д.;

- в состав рабочей стадии строительства должны входить перечни работ, для которых необходимо составление актов на скрытые работы и актов промежуточной приемки ответственных конструкций;

- исходные требования по разработке конструкторской документации на оборудование индивидуального изготовления (включая нетипичное и не стандартизированное оборудование), по которому исходные требования на предыдущих стадиях не разрабатываются;
- при проектировании объектов с особо сложными конструкциями и технологиями выполнения работ (что обязательно должно быть обосновано в пояснительной записке проекта) могут быть включены рабочие чертежи на специальные вспомогательные сооружения и т.п.
- **Разработка технологической части:**
- выполнение проекта организации строительства (ПОС);
- разработка проекта производства работ (ППР).

Проект организации строительства (ПОС) разрабатывается в составе проекта (утверждаемой части рабочего проекта) как раздел «Организация строительства» согласно ДБН А.3.1-5:2016 [25].

При реконструкции проект организации строительства должен решать задачи:

- по методам, организации, составу и последовательности, комплектации ведения работ;
- по определению границ строительной площадки;
- по выполнению требований комплексной безопасности строительства;
- по определению зон складирования материалов, размещения механизмов, их движения по объектной площадке;
- по срокам и длительности технологических остановок объекта, который во время реконструкции находится в эксплуатации, а также по составу работ, выполняемых в период остановки, и др.

К рабочей стадии также относится **проект производства работ (ППР)**, который разрабатывается для некоторых стадий и очередей возведения здания в виде технологических карт по процессам осуществления строительства. Проекты производства работ (ППР) разрабатываются на основе рабочей документации. Выполнение работ без ППР не допускается. В реконструкции **проект**

производства работ является очень важной и ответственной стадией [25], включающей в себя вопросы:

- по технологии, этапности, очередности и способам ведения работ;
- относительно средств ведения работ, нестандартного оборудования, расходных материалов;
- временного раскрепления при выполнении строительных работ;
- по охране от воздействия на окружающую среду при выполнении строительных работ, по защите от шума;
- по транспортировке и удалению мусора со строительной площадки;
- о необходимых демонтажных работах, частичной разборке и т.д.

Отдельно разрабатывают проектные решения по **контраварийным мероприятиям**, которые могут входить как в проект производства работ, так и в проект подготовительных работ. Контраварийные меры включают в себя подкрепление конструкций и являются очень важной составляющей реконструкции, особенно для зданий, подвергшихся или подвергающихся риску аварий и отказов, а также в составе работ по консервации. Такие мероприятия выполняются с целью:

- недопущения распространения деформаций и разрушений здания, особенно по прогрессирующему сценарию (рис. 1.3.4);
- осуществления консервации конструкций в неудовлетворительном состоянии и стабилизации прогибов на период усиления;
- осуществления разгрузки конструкций в неудовлетворительном состоянии, равномерности распределения нагрузок от собственного веса;
- обеспечения безопасности рабочих и экспертов при их пребывании в здании, безопасности оборудования и коммуникаций;
- компенсации откликов здания на проведение реконструкции, на вынужденные технологические ослабления и перегрузки, предусмотренные технологией выполнения работ;
- увеличения живучести каркаса в целом и отдельных элементов при непредвиденных нагрузках.

Следует помнить, что временное подкрепление конструкций ни в коем случае не заменяет их усиление.

Для отдельных, особо сложных объектов строительства проектировщик при выполнении рабочей документации может осуществлять дополнительные разработки, не предусмотренные нормативными документами и уточняющими материалами проекта. Стадийность и очередность, а также состав проектов могут изменяться и дополняться в соответствии с конкретными условиями и спецификой объекта.

Работа **службы заказчика** при реконструкции и капитальном ремонте заключается в общей организации управления строительством, аккумулировании исходящих данных, привлечении соответствующих специализированных организаций, получении технических условий, согласований и разрешений и т. п.

В функции заказчика также входит **технический надзор за строительством**, который регулируют Законы Украины «Об архитектурной деятельности» [53], «Об авторском и техническом надзоре при строительстве объекта архитектуры» [82]. Технический надзор должен выполняться сертифицированными специалистами – инженерами по техническому надзору. В сферу ответственности технического надзора при реконструкции входит, в том числе, контроль:

- соответствия выполняемых объемов проекту, в том числе скрытых, принятых и оплаченных строительно-монтажных работ;
- соответствия качества и объемов материалов регламентированным показателям в документации на строительство и в нормах;
- за соблюдением соответствия выполняемых операций технологическим картам проекта производства работ и соответствия оборудования и оснащения, используемого при строительстве объекта;
- выполнения подрядчиком указаний и предписаний, выданных по результатам технического надзора, государственного архитектурно-строительного контроля, другого надзора и т.д. [85]

Для обеспечения соответствия проектных решений проектная организация обязатель-



Рис. 1.3.4 – Контраварийные стальные системы тяжёлой и временного подкрепления конструкций контрфорсами храмового комплекса в Риме, Италия 2014 г.

но осуществляет **авторский надзор** за строительством согласно ДСТУ-Н Б А.2.2-11:2014 [37]. При реконструкции авторский надзор, в частности, обеспечивает:

- соблюдение проектных решений и строительных норм при выполнении работ;
- контроль последовательности и технологии проведения работ с точки зрения конструктивной безопасности;
- осмотр здания перед выполнением работ и фиксация его технического состояния при их осуществлении;
- консультирование и принятие текущих решений по рациональным способам реализации проекта;
- при необходимости – внесение изменений в проектные решения для повышения безопасности и технологичности их воплощения и т. п.

Кроме того, отдельными специалистами осуществляется контроль техники безопасности, охраны труда, охраны окружающей среды и пр. Также в случаях, предусмотренных ДБН В.1.2-5:2007 [27], при проведении реконструкции следует выполнять **научно-техническое**

сопровождение строительства или отдельных видов работ. К таким работам могут относиться:

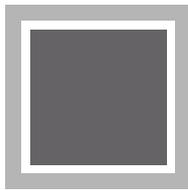
- мониторинг технического состояния здания при выполнении работ;
- обследование зданий и сооружений, своевременное выявление и оценка дефектов и повреждений конструкций;
- диагностика объекта или его элементов и конструкций, инженерного оборудования;
- своевременное выявление и оценка дефектов и повреждений строительных конструкций;
- натурные и лабораторные испытания конструкций и их элементов, проведение экспериментов;
- проверка соответствия принятых проектных решений реальным климатическим и гидрогеологическим условиям объекта, реальным условиям работы отдельных конструктивных элементов (гидроизоляция, кровля, вентиляция, кондиционирование и т. д.), реальному энергосбережению и обеспечению условий пожарной безопасности [26] и т. п.

Научно-техническое сопровождение при реконструкции и капитальном ремонте зданий жилищно-гражданского назначения следует осуществлять для объектов класса последствий ССЗ, имеющих уникальное и особенно важное народнохозяйственное и/или социальное значение. Также это требуется для зданий, возводимых в условиях плотной застройки, при наличии в них подземной части глубиной более 3 м и надземной части

высотой более 9 этажей, жилых и общественных зданий высотой более 73,5 м, подпорных стен всех видов высотой 10 м и более, объектов экспериментального строительства и т. п. (см. ДБН В.1.2-5:2007 [27], Приложение В). Отнесение объекта к условиям уплотненной застройки принимают по ДБН В.1.2-12:2008, Приложение Б [28], а также в соответствии с «Актом обследования площадки» и градостроительными условиями и ограничениями.

Перед проведением работ, на стадии эксплуатации, результаты работ по сопровождению используют для поддержания объекта, его отдельных конструкций в работоспособном состоянии, а также для определения действительной работы элементов и разработки конструктивных и технологических решений по ремонту или реконструкции [63]. Научно-техническое сопровождение может распространяться и на стабилизационный период по завершению строительства, когда обоснованно существуют возможные риски существенных изменений здания после реконструкции. Также научно-техническое сопровождение может осуществляться на этапе выведения объекта из эксплуатации и его ликвидации, либо при консервации. Сопровождение должно осуществляться специализированной группой или комиссией специалистов, в том числе проектировщиками, учреждениями, имеющими необходимые разрешения, лицензии и сертификаты, и т. п.

Особенности проектирования реконструкции конкретных видов зданий и сооружений следует смотреть в актуальной нормативной документации на момент проектирования.



СИСТЕМАТИКА ФОРМЫ, ФУНКЦИИ ЗДАНИЯ И МЕТОДЫ ИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ В РЕКОНСТРУКЦИИ

Горшок лепят из глины,
Но именно пустота в нем составляет суть горшка.
Дом строится из стен с окнами и дверями,
Но именно пространство в нем составляет суть дома.
Общий принцип: Материальное — полезно,
Нематериальное — суть бытия.
Лао-Цзы

2.1 АРХИТЕКТУРНАЯ, КОНСТРУКТИВНАЯ ФОРМА И ФУНКЦИЯ ЗДАНИЯ

Целью и результатом архитектуры является формирование пространства для жизни и деятельности человека **путем превращения материи**. Этот процесс воплощается в таких формах как здания, сооружения, элементы благоустройства и т. д. Системы, с которым мы взаимодействуем, подразделяются на **природные, искусственные и смешанные** [91]. Продуктом созидательной деятельности человека является создание искусственных и смешанных систем.

Здание – это **искусственная техническая система с многокомпонентной иерархической структурой**, которая состоит из элементов и взаимосвязей между ними. В свою очередь, различные элементы здания, в зависимости от предназначения, создают подсистемы на разных уровнях иерархии [6].

Функция здания – это мера его полезности для обеспечения своего основного назначения. Здание, по сути, выступает как узловый элемент города – **преобразователь внешних сигналов** материи, информации, ресурсов, продукции, человеческих потоков и т.п. в бесконечном поле энергии [113].

Архитектурная форма создает внешнюю оболочку, которая может иметь ограждающую или декоративную функцию. Архитектурная оболочка поддерживается

конструктивной формой, которая непосредственно воспринимает внешние воздействия.

Конструктивная форма представляет собой схему конструкции с обоснованно выбранными размерами, несущей системой, технологическими особенностями изготовления, монтажа и эксплуатации [20].

Абрис архитектурной и конструктивной формы здания образуют внешний **контур** здания.

Каждая материальная форма, каждый объект, который мы хотим создать, подвергается воздействиям естественной и искусственной среды, как окружающей, так и внутренней. **Несущая система** является ретранслятором внешних силовых воздействий среды. Такой ретранслятор нейтрализует, отводит внешние силовые воздействия в безопасных направлениях, которые не вредят форме и пространству. Этот механизм обеспечивается конструктивной формой объекта и различается в природных и искусственных системах (рис. 2.1.1) [89].

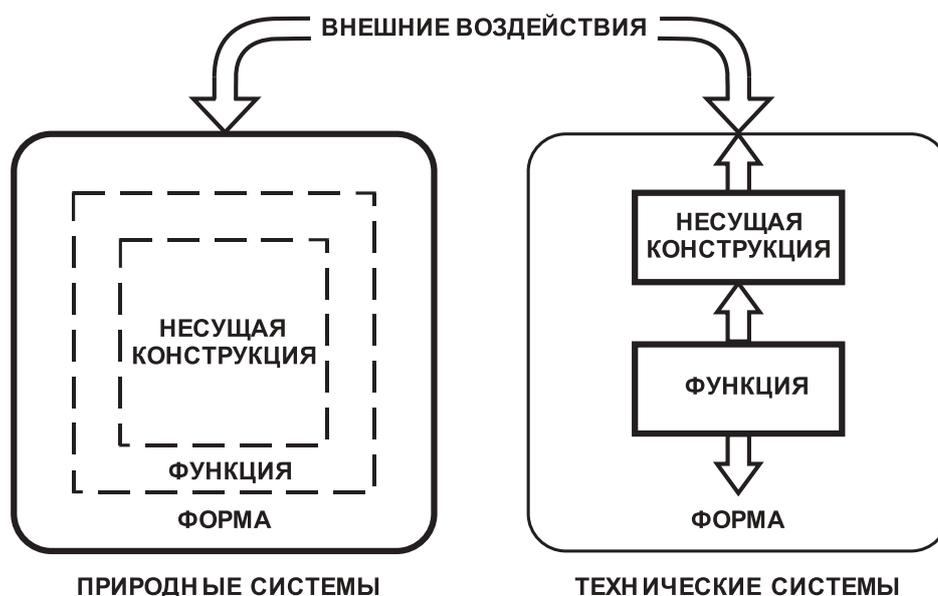


Рис. 2.1.1 – Воздействия на внешнюю форму здания и ее защита с помощью несущей конструкции

В природных системах – несущая конструкция неотъемлема от функции и формы объекта. **В искусственных системах** – функция обуславливает несущую конструкцию, которая существует отдельно от нее в форме объекта.

Внешний контур очерчивает **строительный объем** здания (рис. 2.1.2).

Функциональный объем, пространство определяют внутренние контуры формы и функциональное назначение здания. Для поддержания функции вводятся также вспомогательные конструкции – лестницы, площадки, крепления оборудования и т.д.

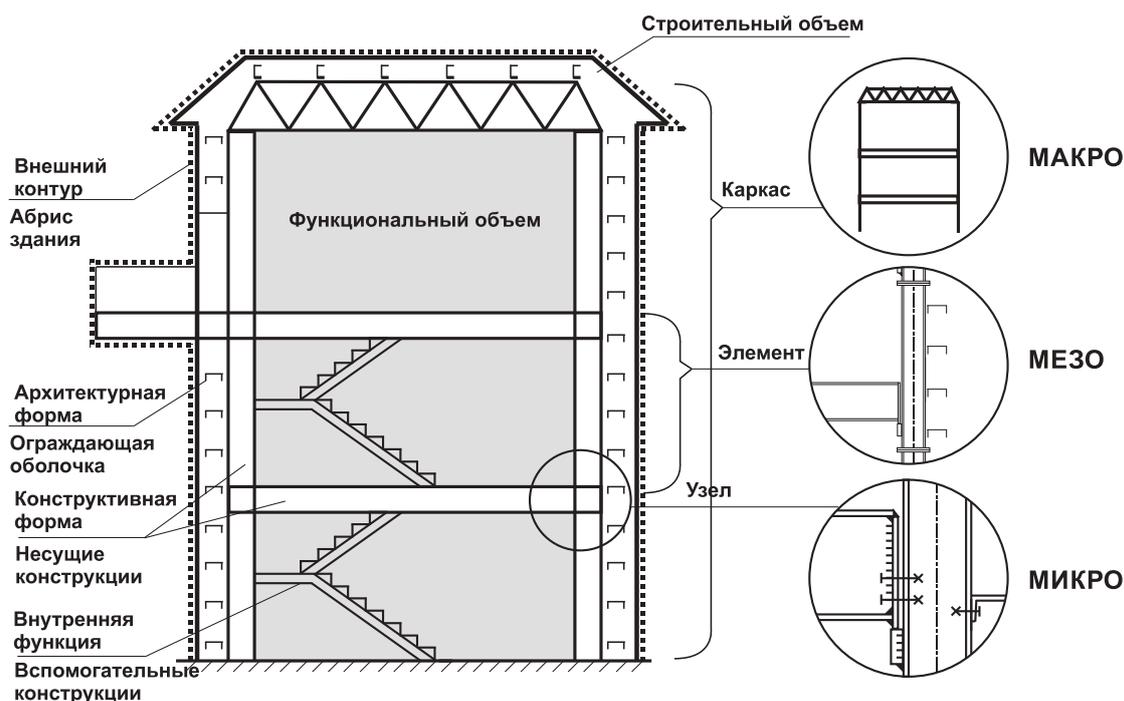


Рис. 2.1.2 – Подсистемы здания и уровни иерархии конструктивной формы. Серым цветом показан функциональный объем здания

Конструктивная форма образует основные три уровня иерархии, естественным образом вытекающие из процесса проектирования. На макроуровне может рассматриваться целостная система несущей конструкции здания. На мезоуровне вычленяют отдельные несущие элементы, а на микроуровне – проектирование узлов и соединений.

Взаимодействие элементов внутри несущей системы с архитектурной оболочкой осуществляется через узлы, которые

являются связью элементов системы здания, обеспечивают передачу потоков усилий и выполнение единой функции. На каждом из этих этапов форма взаимодействует с пространством и обеспечивает возможность достижения того или иного эффекта, проектной характеристики.

2.2 МЕХАНИЗМЫ НЕСУЩИХ СИСТЕМ

Несущая система является основным инструментом материального оформления среды и составляет базис для создания формы и пространства. Она выполняет не только механические, но и технологические, эстетические, психологические, физиологические и иные функции.

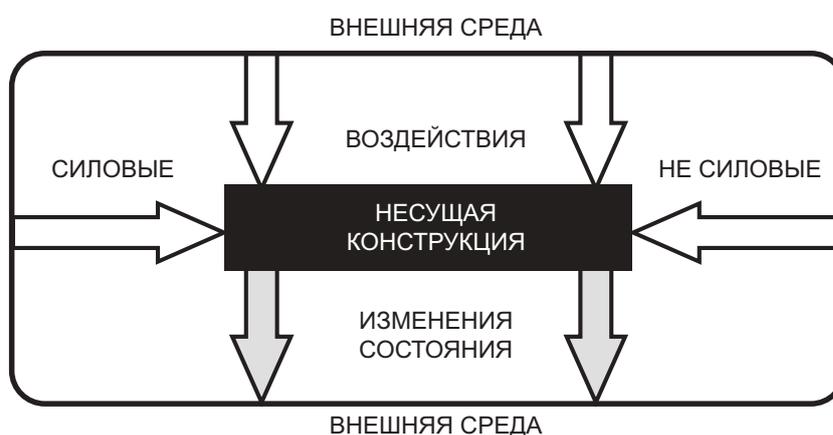


Рис. 2.2.1 – Силовые и не силовые воздействия на несущую конструкцию

Форма несущей конструкции имеет почти неограниченные возможности интерпретации. Однако она, а вместе с ней и воля архитектора, подчинены законам механики. Фактически, несущая конструкция воплощает в себе стремление и результат синергетического синтеза возможностей формы, материалов и действующих усилий. В действительности противопоставить увеличению энтропии мы можем только прочность материалов и наш конструкторский гений [6].

Несущая конструкция как система осуществляет непрерывное взаимодействие с внешней окружающей средой (рис. 2.2.1). При этом воздействия, которые внешняя среда оказывает на конструкцию, могут быть принципиально различной природы: **СИЛОВЫМИ И НЕ СИЛОВЫМИ.**

Силовые воздействия, или вынужденные деформации, которые приводят к возникновению в конструкции внутренних усилий, рассматриваются как **нагрузки**.

Не силовые воздействия, которые большей частью прямо не приводят к возникновению внутренних усилий, но вызывают изменение состояния конструкции, называются **влияниями** (табл. 2.2.1).

На выходе несущей конструкции как системы можно наблюдать различные изменения ее состояния. Силовые воздействия вызывают появление перемещений и деформаций, в то время как не силовые – регистрируемые изменения цвета, межмолекулярных связей и т.п.

Внешние воздействия на стальные конструкции

Силовые воздействия – нагрузки	Не силовые воздействия – влияния
<ul style="list-style-type: none"> • собственный вес • полезные и технологические нагрузки • атмосферные нагрузки: снег, ветер и др. • аварии, взрывы, удары • температурные • сейсмика, деформации основания • вибрации, динамика и т.д. 	<ul style="list-style-type: none"> • влажность • агрессивность среды • химические вещества • радиация • биологические факторы • блуждающие токи • статическое электричество

Несущая конструкция как система имеет **точки восприятия** входящих сигналов – нагрузок и влияний, и **точки выхода** – места, где мы можем наблюдать отклик системы на воздействие. Нагрузки и влияния в точках выхода нейтрализуются или передаются другим системам. При поглощении системой внешних сигналов без передачи другим системам идет ее энергонасыщение, что также регистрируется на точках выхода. Как правило, если говорить о силовых воздействиях на здания, то точками выхода являются опоры и фундаменты, в которых осуществляется заземление усилий, приходящих с каркаса. Таким образом, несущая строительная

система должна переориентировать силовой поток и направить его в основание.

В результате работа конструкции происходит в трех основных фазах: 1) восприятие нагрузок; 2) переориентация нагрузок во внутренние силовые потоки; 3) направление нагрузок в опоры.

С точки зрения напряженного состояния и способа действия принято выделять четыре основных **конструктивных механизма** восприятия и заземления внешних действий в опоры (рис. 2.2.2, табл. 2.2.2) [89]:

1. Путем **активизации формы** конструкции. Несущая система под действием внешней нагрузки адаптируется к внешним

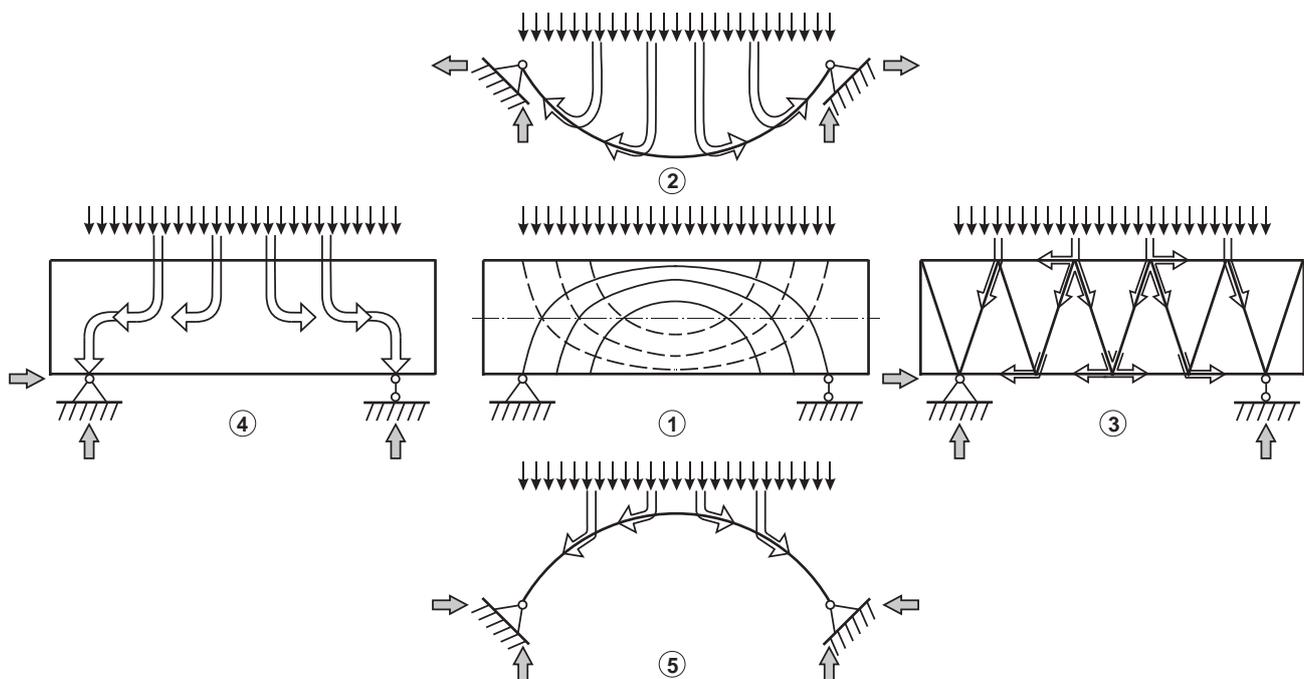


Рис. 2.2.2 – Конструктивные механизмы восприятия и заземления силовых воздействий: 1 – линии главных напряжений в балочной аналогии (сплошные линии – сжатие, штриховые – растяжение); 2 – гибкая нить; 3 – ферма; 4 – балка; 5 – арка. Темными стрелками показаны реакции опор

Таблица 2.2.2

Систематика несущих систем по механизму взаимодействия с внешним силовым потоком

Активность	Действие	Превалирующее напряженное состояние	Конструкции
Форма	Адаптация к силам (рис. 2.2.2 п. 2)	Продольное растяжение	Гибкая нить, сфера с внутренним давлением
Вектор	Разложение сил внутри системы (рис. 2.2.2 п. 3)	Продольное растяжение, сжатие	Стержневые решетчатые плоские и пространственные – фермы, структуры
Сечение	Сопrotивление силам (рис. 2.2.2 п. 4)	Изгибающие моменты и поперечные силы	Балки, рамы, плоскостные конструкции
Поверхность	Рассеивание сил (рис. 2.2.2 п. 5)	Изгибающие моменты, продольные и поперечные силы	Арки, складки, своды, выпуклые оболочки

воздействиям. Таким образом, происходит работа висячих нитей и других подобных конструкций. Конструкция пролетной нити принимает форму так называемой цепной линии, которая соответствует линиям главных растягивающих напряжений в балочной аналогии (рис. 2.2.2 п. 1, п. 2). У активных по форме конструкций возникает одноосное или двухосное напряженное состояние – растяжение.

2. Путем векторного разложения усилий в узлах решетчатых систем, таких, как фермы и структуры. Нагрузки направляются в опоры путем чередования сжатых и растянутых стержней (рис. 2.2.2 п. 3). В механизме фермы работа верхнего пояса также напоминает очертания линий главных сжимающих напряжений в балочной аналогии (рис. 2.2.2 п. 1). В элементах, активных по вектору конструкций, возникает разнознаковое одноосное напряженное состояние – растяжение или сжатие.

3. Путем активизации работы сечений. Если форма пролетной конструкции не совпадает с линией давления, она вынуждена работать на изгиб, проводя внешние силы до заземления всем сечением (рис. 2.2.2 п. 4).

К таким элементам относятся, к примеру, балки и рамы. При изгибе нормальные напряжения распределяются по сечению неравномерно. Криволинейные линии главных сжимающих и растягивающих напряжений в балке (рис. 2.2.2 п. 1) имитируют сжатые арки и растянутые нити. Благодаря этому в сечении создается пара из двух сил и внутренний момент, который обуславливает жесткость балки на изгиб. Кроме изгибающих моментов в активных по сечению конструкциях образуются поперечные усилия, а в конструкциях рамного типа – также и продольные усилия.

4. Путем активизации поверхности, которая старается избежать прямого конфликта с внешним силовым потоком, рассекая и рассеивая его, плавно направляя в опоры. Так работают, в частности, арочные и пространственные конструкции типа оболочек (рис. 2.2.2 п. 5). Благодаря их кривизне возникает распор, уравнивающий поперечный изгиб. В конструкциях, активных по поверхности, возникают все три компонента напряженного состояния – продольные, поперечные усилия и моменты.

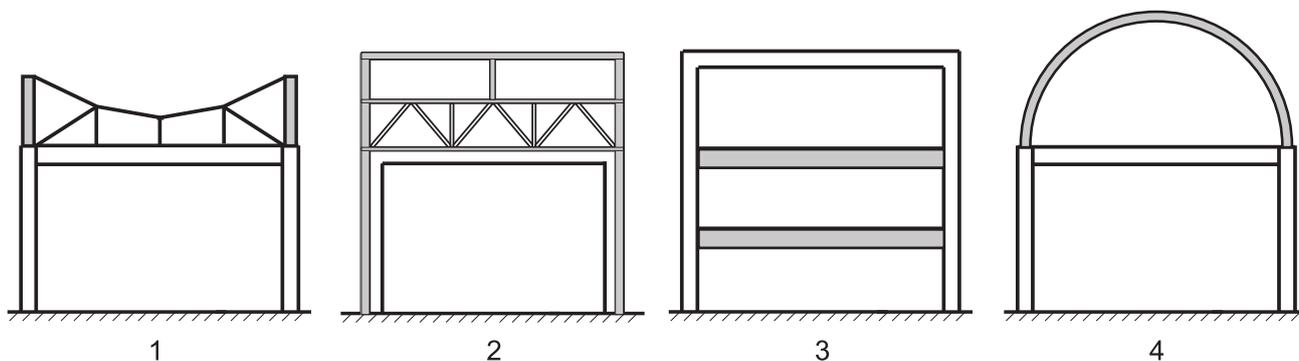


Рис. 2.2.3 – Применение механизмов несущих систем в реконструкции:
 1 – форма – усиление балок кровли вантовой системой; 2 – вектор – обустройство дополнительных этажей с помощью внешних колон и ферм-аутригеров; 3 – сечение – организация новых балочных перекрытий; 4 – поверхность – надстройка мансардного этажа с применением стальной арочной оболочки

В **реконструкции** описанные выше механизмы являются инструментами, которые применяются к конструктивной форме с целью ее изменения. На *рис. 2.2.3* приведены примеры применения конструктивных принципов несущих систем в реконструкции.

Инструменты подбираются в каждом конкретном случае для подкрепления, усиления либо замены конструкций. Другими путями решения задач реконструкции могут быть разгрузка конструкций, изменение условий их эксплуатации или функции здания.

2.3 ТИПОЛОГИЯ ИЗМЕНЕНИЯ ЗДАНИЯ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ

В **реконструкции** объектом рассмотрения является **существующее здание**, к которому применяются **методы и средства его изменения**.

В ходе реконструкции **форма здания** приобретает количественно или качественно иные функции, характеристики. Таким образом, **сутью реконструкции является превращение формы для максимально эффективного обеспечения функции**.

С системной точки зрения превращение может происходить внутри либо снаружи

формы. Также может происходить взаимодействие между существующими формами, или новых форм с уже существующей.

При этом изменения могут происходить как в пределах, так и за пределами контура здания. Аналогично внутренняя функция здания при реконструкции может быть изменена, расширена, дополнена, либо оставлена без изменений (*рис. 2.3.1*).

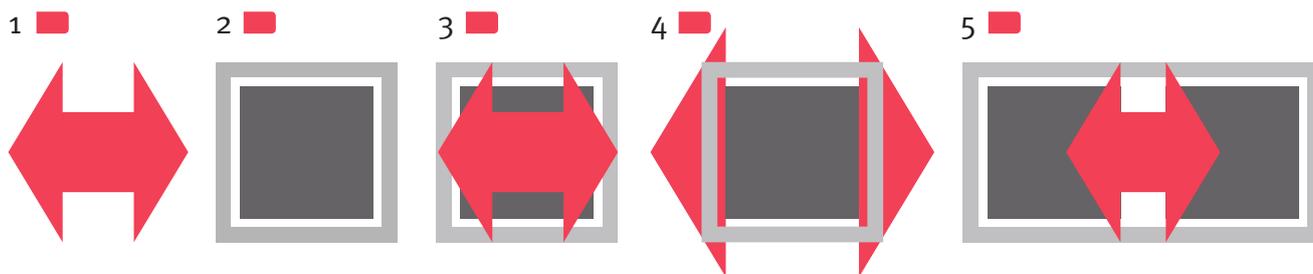


Рис. 2.3.1 – Типология отношений формы и функции при реконструкции: 1 – преобразование; 2 – форма и функция внутри нее; 3 – преобразование внутри формы; 4 – преобразование за пределами формы; 5 – взаимодействие форм

В табл. 2.3.1 приведена систематика **целей**, которые ставятся при осуществлении **изменений внутри формы** и основные возможные конструктивные и архитектурные решения в реконструкции для этого [10]. Более подробно см. **раздел 3**.

Таблица 2.3.1

Типы изменений внутри формы при реконструкции

Цель осуществления изменений внутри формы	Возможное решение					
	Усиление стен и колонн	Усиление перекрытий и покрытий	Расширение и образование проемов в стенах и перекрытиях	Замена и обустройство новых колонн и стен	Замена и обустройство новых перекрытий и покрытий	Замена или дублирование всего каркаса
Укрепление конструкций при неудовлетворительном техническом состоянии	■	■		■		■
Восстановление конструкций при неудовлетворительном техническом состоянии					■	■
Увеличение несущей способности при росте нагрузок, установке нового оборудования, изменении функционального назначения, условий примыкания и т.д.	■	■		■	■	■
Фиксация состояния, временное подкрепление для сохранения на этапах ведения работ или при консервации	■	■				■
Упрочнение для возможных последующих пристроек, увеличение пролетов и т. д.	■			■		■
Облегчение стен, уменьшение нагрузки от них на другие конструкции, перенаправление силового потока			■	■		■
Облегчение перекрытий и покрытий, уменьшение их габаритов и нагрузки от них на другие конструкции					■	■
Обустройство в перекрытиях проемов, изменение условий опирания на вертикальные элементы		■			■	■
Функциональное объединение помещений, организация новых проемов, свободного или проходного пространства, эвакуации и т.п.			■	■	■	■
Увеличение полезных площадей помещений			■	■	■	■
Обеспечение надлежащего естественного освещения внутреннего пространства			■	■		■
Обустройство новых промежуточных этажей, зон опирания и т.д.				■	■	■
Замена перекрытий и покрытий для уменьшения их строительной высоты, изменения шага колонн					■	■

В табл. 2.3.2 с позиций строительной систематики приведены основные особенности и преимущества возможных типов ре-

конструкции за пределами формы и путем ее преобразования. Более подробно см. соответствующие разделы 4 и 5.

Таблица 2.3.2

Основные особенности и возможности типов реконструкции за пределами формы и с помощью ее преобразования

Возможности	Типы реконструкции								
	Выход консолями за пределы формы	Достройка или заполнение пространства	Надстройка и возведение сверху существующей формы	Пристройка и возведение рядом с формой	Освоение пространства под формой	Подъем формы	Перемещение формы	Объединение существующих форм	Интеграция новых внешних форм
Увеличение полезных площадей	на консолях	в пределах контура	мансарды и надстройки	за пределами контура	под формой	возможно		возможно	возможно
Образование новых этажей		в пределах контура	мансарды и надстройки	за пределами контура	под формой	под формой		возможно	возможно
Защита от солнца и атмосферных воздействий	под консолями	части фасада	замена кровли	части фасада		от наводнений и т.п.	от наводнений и т.п.	полученного пространства	
Уменьшение тепловых потерь		частично		частично		частично		частично	
Сохранение исторического фасада	частично	частично	частично	частично	полностью	частично	полностью	частично	частично
Усиление и укрепление					основы и фундаментов	новые конструкции	основы и фундаментов		
Замена конструкций					основы и фундаментов		основы и фундаментов		
Открытое пространство на первых этажах						на месте здания	на месте здания	в новом пространстве	
Прохождение инфраструктуры, дорог					под формой	под формой	на месте формы		сквозь форму

На основе предлагаемой системотехники **взаимодействия конструктивной, архитектурной формы и функции при реконструкции и построена структура данной книги.**

Первый раздел утверждает реконструкцию как инструмент преобразования городской среды. Второй раздел детально рассматривает систематику формы, функции здания и методы их преобразования в реконструкции. В разделах с третьего до пятого включительно последовательно рассматривается описанная типология преобразований, прежде всего с позиций **функциональных возможностей, поставленных**

задач реконструкции, а также средств их решения с помощью стали. Средства расписаны с указанием типов сечений, основ методологии и технологии производства работ, специфики отдельных деталей, особенностей применения и эксплуатации, а также архитектурных преимуществ и иллюстративных примеров в каждом рассматриваемом случае.

2.4 МАТЕРИАЛЫ И ЭЛЕМЕНТЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В РЕКОНСТРУКЦИИ

Средствами изменения конструктивной формы являются материалы, элементы, крепления, а также средства включения элементов в работу.

Стали. Современная металлургическая промышленность предлагает разнообразные марки и типы сталей. Стали имеют ряд классификационных признаков и характеристик, основными из которых являются предел текучести, предел прочности, химический состав и ударная вязкость.

Строительные маркировки сталей согласно ДСТУ 8539:2015 [48] свидетельствуют об их гарантированном пределе текучести в МПа: С255, С275, С345 и др. Более подробную информацию можно найти в специализированных нормативных документах.

В последнее время в отрасли налажено также производство некоторых строительных сталей высокой и повышенной прочности по международным стандартам – ДСТУ EN 10025-4:2007 [50], применение которых повышает эффективность сечений элементов и позволяет уменьшать их габариты. Это относится к сталям S355, S420, S460 M/ML, которые могут быть поставлены отдельно, в виде листового проката толщиной 6..50 мм при ширине 1500..2700 мм и длине 6000..12000 мм. Изготовленные по технологии термомеханического контроля (ТМСП), стали повышенной прочности имеют мелкозернистую структуру, низкий углеродный

эквивалент и значительную ударную вязкость. Это позволяет обеспечить хорошую свариваемость и минимизировать предварительный нагрев при относительно низкой стоимости.

Кроме того, описанные стали поставляются на внутренний рынок с сертификатом соответствия стандартам Евросоюза, что увеличивает возможности для проектирования [5].

В реконструкции стали высокой и повышенной прочности позволяют обеспечить физическую осуществимость некоторых проектов, которые характеризуются стесненными условиями, значительными нагрузками и небольшими допустимыми габаритами сечений (см. также раздел 3) [8; 9]. Для некоторых специальных задач реконструкции могут быть применены импортируемые бронестойкие, толстолистовые и иные стали.

Также в Украине доступны атмосферостойкие стали, которые благодаря особому химическому составу защищены от развития коррозии оксидной пленкой, образуемой на поверхности. Так, для покрытий и панелей могут быть применены стали 25ГФ (аналог «COR-TEN»), а для открытых пролетных конструкций – 15Х СНД либо 15ГФ (аналоги «COR-TEN А, В»).

Для конструкций, защищенных ограждающей оболочкой, либо открытых внутри помещений применяются стандартные методы антикоррозионной обработки – грунтование и нанесение эмали, а также, в случае

необходимости – огнестойкого покрытия. Рекомендации по применению некоторых видов стальных элементов и соединениях приведены ниже в тексте, см. также таблицу Г5 ДБН В.2.6.-198:2014.

Элементы. Из стали заводы изготавливают широкий ассортимент профилей для обеспечения самых различных конструктивных элементов и форм. К такой продукции относятся:

- листовой прокат;
- горячекатаные профили;
- гнутые профили открытого сечения;
- замкнутые гнутосварные профили;
- тонкостенные холодногнутые элементы;
- профилированные листы;
- сварные сечения из листовой стали;
- составные сплошные и сквозные сечения из профилей и т.п.

Различные типы сечений, изготавливаемые промышленностью, объединены в стандартизированные сортаменты, имеющие некоторый шаг – дискретность. Стандартизация горячекатаных стальных сечений позволяет, в свою очередь, принятие типовых решений элементов и соединений. Украинской промышленностью выпускаются профили, которые имеют свою специфику, определяемую в основном несколько устарев-

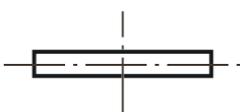
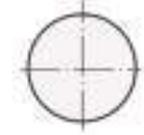
шим оборудованием и некоторым отставанием от потребностей строительной отрасли. В связи с этим определенные типы профилей, как например двутавровые широкополочные, колонные и другие профили могут быть импортированы для специальных задач реконструкции. Представляется, что модернизация, которая началась на металлургических, сталепрокатных заводах в Украине, в скором времени позволит применять в строительных объектах отечественные аналоги зарубежного проката.

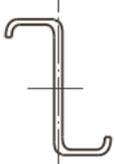
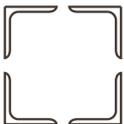
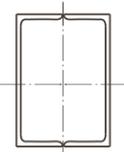
В то же время в Украине на достаточно высоком уровне развита отрасль производства металлических конструкций, и, в случае необходимости и экономической целесообразности, всегда могут быть изготовлены сварные сечения, составленные из листов или существующих профилей, эквивалентные по эффективности требуемым аналогам.

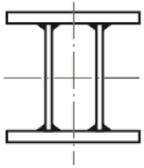
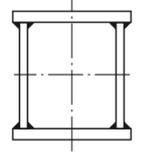
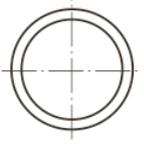
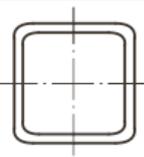
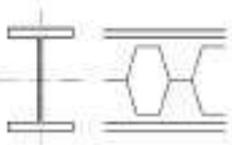
Реконструкция является специфическим сегментом строительства, в котором используются определенные типы элементов и сечений. Основные из них, в зависимости от предназначения, приведены в *таблице 2.4.1* (см. также разделы 3-5).

Таблица 2.4.2

Типы сечений и назначение элементов, применяемых в реконструкции

Пример сечения	Наименование	Назначение в реконструкции
	Лист	усиление узлов, соединение планками обойм, полуобойм, листовые обоймы, рубашки, накладки, фасонки ферм и аутригеров, детали усиления, специальные элементы, сварные сечения и т.п.
	Профилированный лист	плиты перекрытий, плитные консоли, облегченная кровля
	Равнополочные уголки	раскосы ферм и аутригеров, связевые системы, окаймляющие рамки для перекрытий, врезные перемычки проемов, решетка структур
	Круглая и квадратная сталь	подвесы этажей, растянутые связи, системы тяжей, шпренгели

Пример сечения	Наименование	Назначение в реконструкции
	Специальные гнутые профилированные листы	стеновые сэндвич-панели заводского изготовления, системы фасадных ограждающих конструкций
	Специальные прокатные профили Ларсена	шпунтовые ограждения
	Тонкостенные гнутые профили	легкие перегородки, системы ограждающих конструкций, надстраиваемые мансардные этажи
	Двутавр прокатный	балки обычных перекрытий, временные каркасы, балочные системы для подъема и перемещения зданий, элементы увеличения сечения, подводимые балки, прогоны, пояса жесткости, внешние перемычки проемов
	Швеллер прокатный	связевые системы тяжелей, элементы увеличения сечения, подводимые балки, прогоны, внешние и врезные перемычки проемов, врезные рамы замкнутого контура, окаймляющие рамки для перекрытий
	Составное сечение из уголков	обоймы и полуобоймы, рубашки, сталебетонные и сталекирпичные ригели, пояса жесткости
	Составное сечение из швеллеров	приставные и врезные колонны, отдельные каркасы, приставные колонны и стойки, пояса жесткости, врезные и внешние перемычки проемов
	Сварной равнополочный двутавр	дублирующие, независимые стоечно-ригельные каркасы, рамы, ауригеры, пояса, элементы консолей, пространственные системы, эстакады, мостовые переходы
	Сварной неравнополочный двутавр	перекрытия пониженной высоты

Пример сечения	Наименование	Назначение в реконструкции
	Сварной двутавр с двойной стенкой	балки с недостаточным раскреплением из плоскости, колонны новых каркасов
	Сварное коробчатое сечение	приставные колонны и стойки, дублирующие каркасы, рамы и суперрамы, элементы консолей, суперферм, пояса жесткости, пространственные системы, эстакады, мостовые переходы, диагрид-системы
	Прямошовные сварные и горячекатаные трубы	подкосы, шпренгели, равноустойчивые колонны новых каркасов, технологические стойки, решетка ферм, структур, вдавливаемые сваи, распорки, обсадные трубы, опалубочные системы временного подкрепления конструкций
	Канаты	преднапрягаемые связевые системы, подвесы, тяжи, анкерные сваи
	Гнутосварной замкнутый профиль квадратного и прямоугольного сечения	временные каркасы укрепления стен, перекрытий, новые фермы перекрытий и покрытий, аутригеры, приставные и врезные колонны, отдельные каркасы, а также связевые системы и тяжи, врезные рамы замкнутого контура, решетка структур, трансформируемые кровли, фахверки
	Перфорированные профили	балки перекрытий и покрытий обычной высоты, аутригеры, перекрестные балочные системы покрытий и перекрытий

Кроме описанных в таблице 2.4.1. профилей отечественная промышленность производит просечно-вытяжные и рифленые листы, решетчатые настилы и т. п. Такие элементы не несут большой нагрузки и используются во второстепенных и ограждающих элементах. Также для применения доступны малоразмерные сечения из нержавеющей стали. Они хорошо подходят для наружных второстепенных элементов

зданий, к которым предъявляются повышенные эстетические требования.

Из любых профилей с помощью планок или решеток могут быть скомпонованы составные сечения, а при заполнении бетоном либо обетонировании и применении специальных анкеров обеспечивается их композитная, совместная работа. Так организуются сталежелезобетонные конструкции.

2.5 СРЕДСТВА КРЕПЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ

Соединение новых деталей между собой при реконструкции в целом практически соответствует правилам и средствам для обычного стального строительства. Но стыкование новых элементов с существующей несущей системой здания характеризуется следующими возможными особенностями: слабая прочность элементов зданий, наличие скрытых дефектов, стесненность мест крепления, неточности и переменность геометрии существующих элементов. Поэтому при реконструкции и капитальном ремонте одной из главных задач является надежное крепление новых деталей к существующим элементам зданий. Для реконструкции с применением стальных конструкций можно условно различить **сварные, клеевые, болтовые и специальные** средства креплений.

Сварные соединения применяют к существующим стальным конструкциям для приваривания элементов усиления, организации дополнительных узлов, временных подкреплений, в технологических целях и т. п. При этом следует обязательно проверять свариваемость деталей,

которая определяется химическим составом, устанавливаемым в результате лабораторного анализа образцов при техническом обследовании. Некоторые элементы могут требовать предварительного нагрева перед наложением швов. Также приваривание элементов вызывает в существующих элементах появление дополнительных напряжений – как от сварки, так и от, собственно, самих новых элементов, нагрузок, которые от них приходят.

Сварные соединения в реконструкции применяют в виде **сплошных и шпоночных** (прерывистых) швов, а также в виде **точечного обваривания**. Первый вариант используют для крепления новых элементов между собой, при усилении стальных конструкций (рис. 2.5.1 п. А, рис. 2.5.6 п. А), доваривании к существующему армированию (рис. 2.5.2), подкреплении существующих стальных накладок в узлах деревянных конструкций и т. п. Точечное обваривание обеспечивает усиление металлических конструкций в местах крепления заклепками, усиление болтов и т. п. (рис. 2.5.1 п. Б).



Рис. 2.5.1 – А – приваривание усиливающих ребер в существующей стальной балке; Б – усиление элементов, соединенных на заклепках, путем их высверливания и точечного заваривания

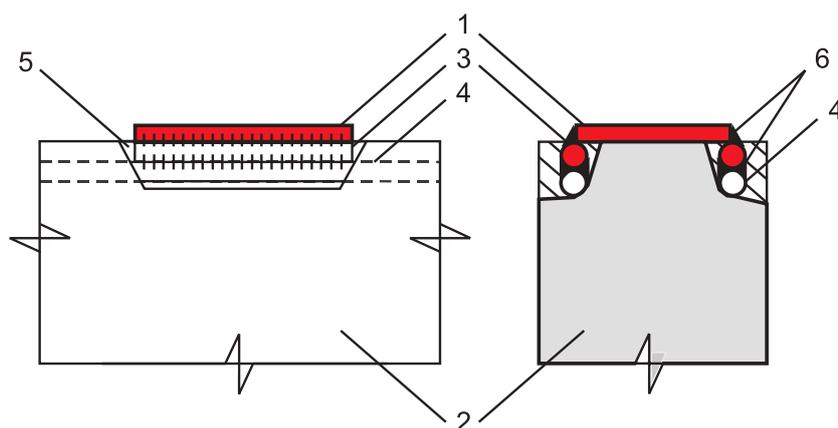


Рис. 2.5.2 – Схема приваривания закладной детали к армированию балки или колонны:
1 – устанавливаемая закладная деталь; 2 – балка; 3 – коротыши из круглой арматуры; 4 – арматура балки; 5 – выщербленный защитный слой бетона и цементно-песчаный раствор; 6 – сварные швы

Как правило, стальные и железобетонные конструкции должны быть максимально разгружены перед обустройством сварных соединений, так как они не обладают достаточной податливостью и «замораживают» усилия в элементах. Кроме того, наложение сварных швов вблизи уже существующей сварки увеличивает риск хрупкого разрушения последних. Сварку осуществляют, предварительно прикрепив и

выверив элементы специальными струбцинами, небольшими участками по отдельно разработанной для конкретного случая последовательности согласно проекту производства работ. Для обеспечения необходимой надежности соединений должны быть выполнены все конструктивные и технологические требования и мероприятия по выполнению сварки (рис. 2.5.3), включая контроль геометрии элементов на всех этапах.

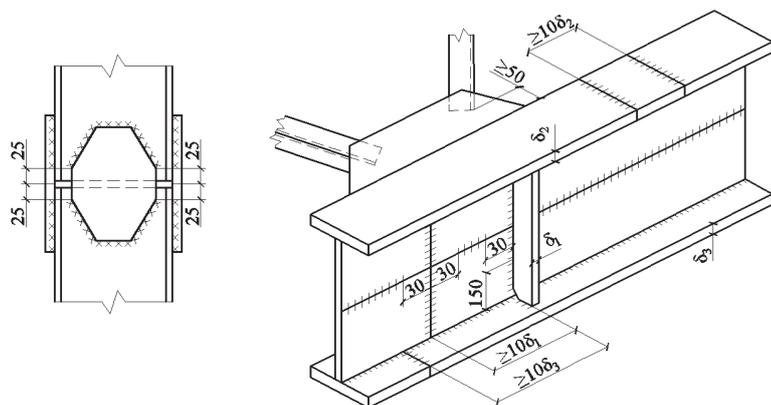


Рис. 2.5.3 – Основные конструктивные требования к обустройству сварных швов при приваривании деталей к стальным конструкциям согласно ДБН В.2.6.198 (справочно) [33]

Клеевые соединения с применением металлических конструкций при реконструкции подразумевают, в основном, анкеровку элементов с химическим закреплением. Такие соединения применяются, когда небольшая прочность исходного материала, например, дерева или кирпичной кладки, не позволяет организовать другие типы соединений.

Химические анкеры применяют, прежде всего, при креплении к пустотелому кирпичу, керамзиту и газобетонам, а также к железобетонным конструкциям в растянутой зоне. При обустройстве химических анкеров в качестве первого шага в существующем элементе делают отверстия, которые тщательно очищают внутри от грязи и пыли, подготавливают наружную

поверхность для крепления элемента. Немедленно, чтобы избежать повторного загрязнения, в отверстие помещается клей, как правило, в брикетированном виде, чтобы не допустить преждевременной полимеризации. Также применяют способы с инъектированием клея под давлением при заведенном анкере и др. После этого вводится тело анкерного устройства, которое может быть выполнено из круглой, арматурной стали или в виде специального анкера. Введение приводит к заполнению клеем полостей и пор вокруг анкера в материале и в самом анкере. Когда соединение набирает достаточную прочность, к анкеру присоединяют проектные элементы и осуществляют закрепление – сварное или с помощью шайб и гаек (рис. 2.5.4).

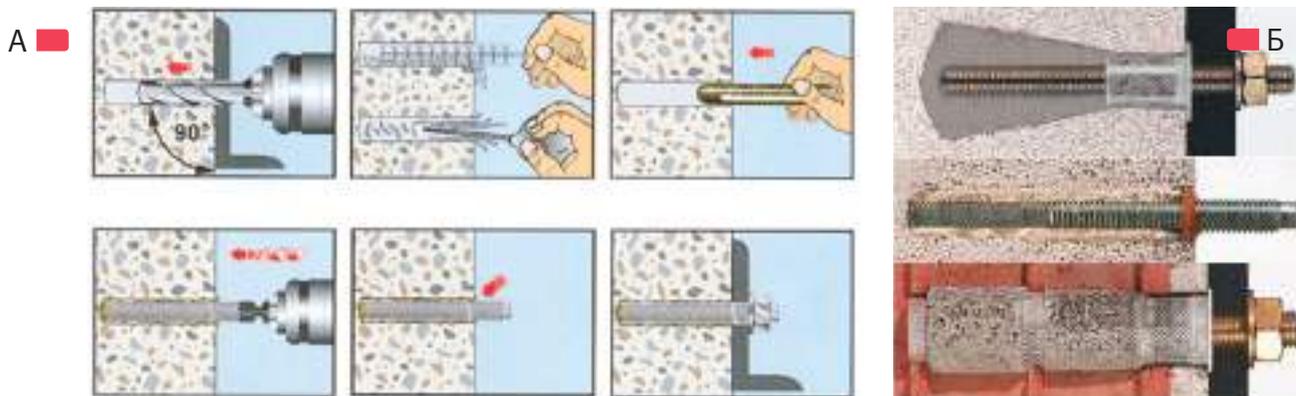


Рис. 2.5.4 – А – последовательность по устройству химических анкеров; Б – типы анкеров при обустройстве в газобетон и в кирпичную кладку

Прочность химических анкеров определяется конкретно в каждой ситуации по результатам натуральных испытаний согласно рекомендациям производителя. С помощью химических анкеров крепят кронштейны, элементы усиления, осуществляют анкеровку каркасов и тому подобное.

К клеевым соединениям относят также отдельные **стальные стержни, вклеиваемые** в отверстия для крепления элементов усиления к деревянным конструкциям.

Болтовые соединения предусматривают прикрепление пакета материалов или эле-

ментов путем сквозного прохождения через отверстия в них болтов с последующей фиксацией с помощью шайб и гаек. Болты по типу применения делят на **обычные, фрикционные и анкерные** (рис. 2.5.5).

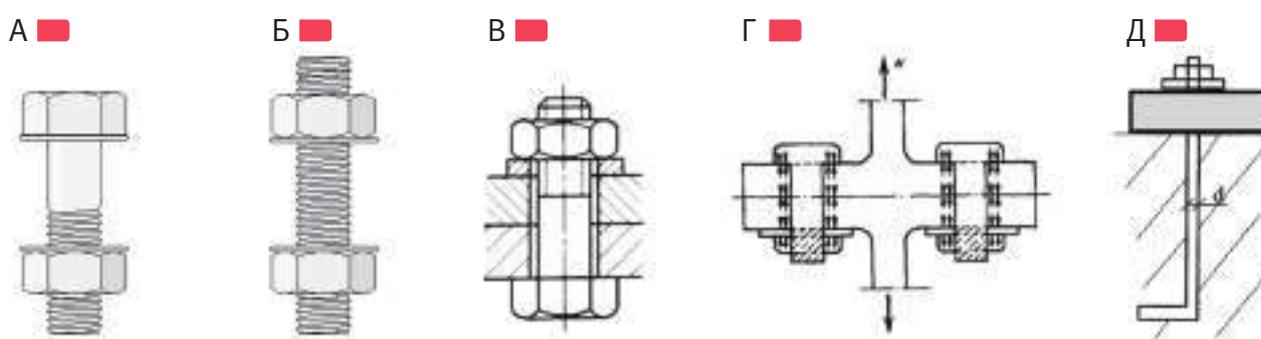


Рис. 2.5.5 – Схемы болтовых соединений: А – обычные болты; Б – шпильки; В – обычный болтовой пакет; Г – схема работы фрикционных болтов; Д – анкерный болт

Обычные болтовые соединения работают на срез болта между объединяемыми материалами, а также на смятие самих материалов в отверстия под болтом. При реконструкции обычные болтовые соединения используют для скрепления новых элементов между собой и с основными конструкциями существующего здания. Они применимы в случаях, когда небольшие деформации за счет зазора в отверстиях не являются критическими или соответствуют расчетной схеме (рис. 2.5.7).

Отдельный тип болтов составляют **шпильки**, которые представляют собой длинные, частично или полностью резьбованные с обеих сторон круглые стержни. Они крепятся с помощью гаек и шайб по аналогии с болтовыми соединениями, но благодаря большой длине проходят насквозь через существующий элемент колонны, балки и т. д. В случае прохождения через кирпичную кладку или древесину длинные болты или шпильки, кроме среза и смятия, могут также работать на изгиб, как нагели.

Фрикционные болты передают усилия из-за трения поверхностей от прижима болтов путем их предварительного натяжения. Их изготавливают из легированных сталей 40Х «селект», 30ХЗМФ и т. п. При реконструкции с помощью **фрикционных** болтов организуют крепления кронштейнов, консолей, фланцев, накладок и других элементов, где необходимо обеспечить жесткое соединение и минимум деформаций (рис. 2.5.6 п. Б).

Анкерные болты работают на растяжение и выдергивание из бетона, в который они заделаны. Удерживание в бетоне достигается путем расширения нижней части, загибов, приваренных планок и т.п. (рис. 2.5.6 п. Д). Их изготавливают из сталей ВСтЗкп2, 09Г2С, 09Г2ДТ и др. При реконструкции анкерные болты закладывают в тело новых или дополнительных фундаментов, приваривают к существующим закладным деталям для крепления баз колонн, опорных частей ферм, связей и т. д. (рис. 2.5.8, рис. 2.5.9).



Рис. 2.5.6 – Схема усиления узла фермы на заклепках: А: 1 – дополнительные швы; 2 – накладки из уголков; 3 – фрикционные болты; 4 – расширение фасонки; Б – усиление балок моста Broadway bridge США посредством установки накладок на фрикционных высокопрочных болтах



Рис. 2.5.7 – А – усиление опорного узла стропильной деревянной системы путем установки стального элемента на шпильках; Б – крепление ригеля к железобетонной колонне с помощью сквозных шпилек; В – схема крепления опорного кронштейна к стене с помощью шпилек и уголка

В болтовых соединениях следует обязательно учитывать ослабление в элементах от отверстий для креплений и конструктивные требования по размещению болтов, не допускающая появления концентрации напряжений.

Специальные средства креплений с применением стали объединяют в себе соединения с помощью **расклинивания, трения или замоноличивания и постановки анкерных упоров.**

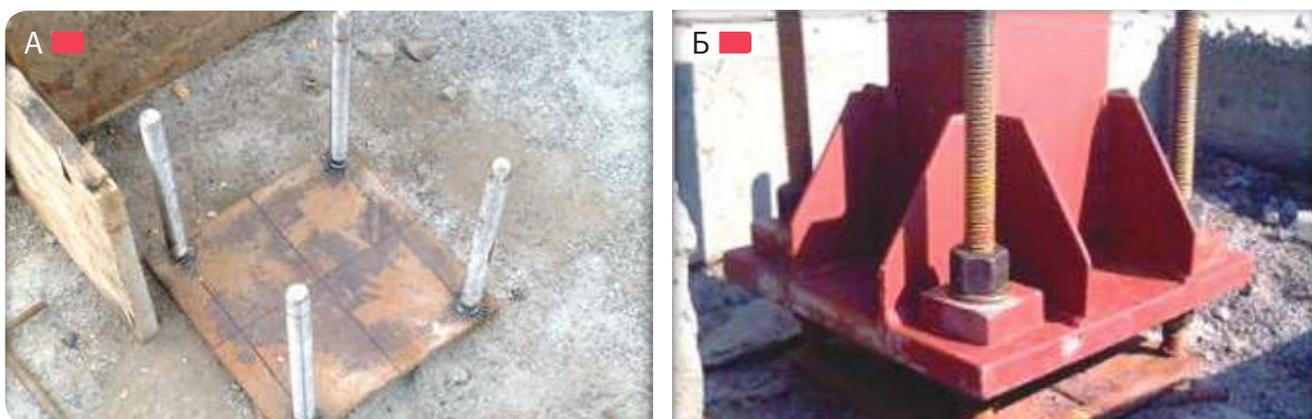


Рис. 2.5.8 – А – приваривание анкерных болтов к существующей закладной детали в бетонном фундаменте; Б – установка колонны на полученные анкерные болты

Расклинивание чаще всего используют в механических анкерах, имеющих для этого специальные детали. Преимуществами механических расклинных анкеров является их относительная экономичность, простота и скорость обустройства, а также гибкость в применении. В то же время, механические анкеры создают концентрацию напряжений, требуя достаточно высокой прочности исходного материала устройства. Их применяют для крепления к существующим конструкциям из железобетона разных типов, кладки из полнотелого кирпича в удовлетворительном техническом состоянии, плотно газобетона и т. д. (рис. 2.5.10).

Механические анкеры пригодны для обустройства опорных баз колонн, стоек, навешивания на стены опорных кронштейнов, консолей и т.д., и работают на срез и на вырывание из основного материала (рис. 2.5.12). Кроме того, применение механических анкеров ослабляет бетонные или кирпичные стены в отверстиях, что может привести к их растрескиванию. Поэтому следует учитывать конструктивные требования, предъявляемые производителем к



Рис. 2.5.9 – Капитальный ремонт стального моста с установкой железобетонных плит железнодорожного полотна на приваренные к верхнему поясу балок анкеры шпильки

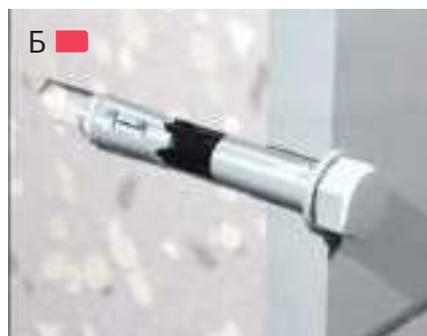
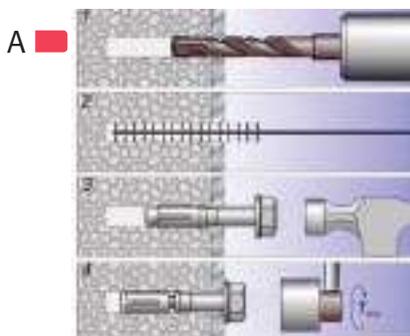


Рис. 2.5.10 – Механические расклинные анкеры: А – последовательность устройства; Б – применение в железобетоне; В – в газобетоне

установке анкеров в конкретном материале, в частности по прочности, наличию начальных трещин, предельным глубинам отверстий, расстояниям между анкерами и т.п.

Механические анкеры, как и химические, изготавливаются многими производителями, среди которых ключевыми можно назвать Hilti, Sormat, Fischer, Mungo и др. Для механических анкеров производители предоставляют сведения о несущей способности при креплении в же-

лезобетонные элементы. В табл. 2.5.1. и на рис. 2.5.11 приведены данные несущей способности для анкеров фирмы Hilti при прочности бетона C20/25. Вырывающая нагрузка приведена: для анкеров HAD, HSL3, HST, в числителе – для бетона без трещин, в знаменателе – для бетона с трещинами; для анкера HAS в числителе – для стандартной посадки, в знаменателе – для уменьшенной посадки. Под посадкой тут подразумевается глубина заведения в материал.

Предельная расчетная несущая способность механических анкеров, кН (справочно), см. также рис. 2.5.11.

Тип анкера		HDA		HSL ₃		HST		HSA		HLC
M8	Вырыв	-	-	16	6,7	5,6	2,3	5,6	5	1,4
	Срез	-		11,7		8,7		6,5		2,5
M10	Вырыв	22	12	20	11	6,9	4,2	5,6	5,6	2,1
	Срез	12,6		18,6		12,7		9,9		4,5
M12	Вырыв	32	17	24	17	10	5,6	9,9	6,3	2,8
	Срез	17,1		27		18		14,2		7,3
M16	Вырыв	60	36	34	24	16	9,3	19	11	4,2
	Срез	35,4		50,2		26,3		26,5		8,8
M20	Вырыв	91	45	47	34	23	14	28	17	5,6
	Срез	52,6		78,4		41,4		41,5		11
M24	Вырыв	-	-	62	44	31	19	-	-	-
	Срез	-		141,9		62,7		-		-

А



Б

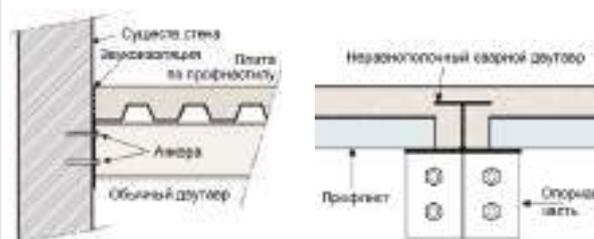


Рис. 2.5.11 – А – типы анкеров, описанных в табл. 2.5.1; Б – схемы крепления перекрытия к существующей стене для балок обычной и пониженной высоты

Кроме механических анкеров для крепления элементов по схожему принципу используются забивные анкеры по бетону, дюбеля, анкер-клинья, втулочные анкеры, стеновые винты и т. д. Их выбирают индивидуально в зависимости от условий, задач и ограничений в каждом отдельном случае реконструкции. Также для

присоединения элементов к деревянным конструкциям применимы другие стальные крепления, такие, как шурупы, металлические зубчатые пластины, скобы, гвозди и т. д. Указанные виды креплений не рассматриваются в данной публикации из-за ограниченности объема подаваемого материала.



Рис. 2.5.12 – А – крепление стальных прогонов к железобетонной балке перекрытия хим. анкерами; Б – крепление балок хим. анкерами к кирпичной стене при реконструкции здания Park Shops в г. Raleigh, North Carolina, США, арх. С. Nexsen; В – крепление связевых систем противосейсмического усиления с помощью механических анкеров, США

Элементы трения предусматривают крепление новых деталей за счет создания обжатия существующей конструкции. При контроле усилия обжатия появляются силы трения, которые и позволяют реализовать соединение. Для этого применяются элементы стальных обойм, обжимные хомуты и т. п. Как правило, присоединение с помощью трения создают для вре-

менного перехвата или обустройства средств укрепления конструкций, так как трение со временем релаксируется. Кроме того, такой способ крепления предусматривает подготовку и очистку поверхностей и/или применение специальных элементов обжатия с рифленой либо другой фактурой, что увеличивает коэффициент трения (рис. 3.2.13 п. А).

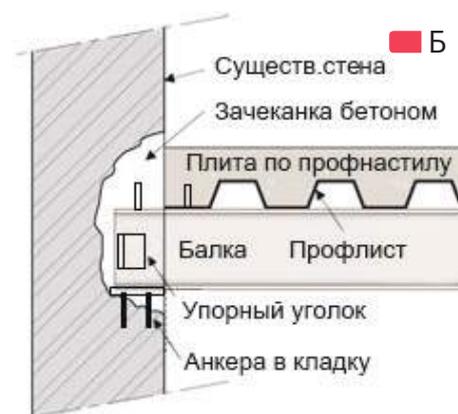


Рис. 2.5.13 – А – временный перехват колонн с помощью снятия усилий по трению через стальные обоймы с целью замены фундаментов (компания «Реконфисс»); Б – схема опирания балок в кладку в опорных гнездах с омоноличиванием

Элементы замоноличивания предусматривают организацию креплений с помощью стальных закладных соединительных деталей с последующим обетонированием или заделкой раствором. Для железобетонных элементов новые закладные детали привариваются к существующему армированию, а для кирпичной кладки – обустройства в за-

ранее организованные гнезда. Для стальных элементов новые закладные детали привариваются к подоснове (рис. 2.5.13 п. Б). Также, если это позволяют технологические условия и ограничения по прочности, гнездо может иметь сквозной характер, при этом новые элементы перекрытия пропускаются сквозь стену, работая по неразрезной схеме.



Рис. 2.5.14 – А – пример омоноличивания опорных зон балок в гnezдах при замене перекрытия; Б – организация монолитного пояса при опирании и анкерровке плиты по стальному профнастилу

Приваривание к существующему армированию или стальным элементам выполняется, как правило, с их максимальной разгрузкой и обязательным учетом действующих усилий, как на момент постановки новых деталей, так и для этапов дальнейшей работы конструкций.

При замене кровли поверх кладки существующих стен часто устраивают сплошные монолитные железобетонные пояса или подушки с заготовленными закладными деталями под места опирания новых конструкций. При замене или обустройстве новых перекрытий в кладке кирпичных стен применяют опорные гnezда (рис. 2.5.14 п. А). Для этого часть кладки локально демонтируют под размер балки, обязательно учитывая работу стены с временным ослаблением. После этого устраивают опорную распределительную подушку, обычно состоящую из стальной распределительной пластины с анкерами, входящими ниже армирования подушки. Само армирование, в свою очередь, заводится в заранее высверленные отверстия в кладке на клеевом растворе. На самой балке или ферме в опорной зоне также устраивают средства крепления к опорной пластине и детали анкерровки в гnezде (рис. 2.5.13 Б). После установки в проектное положение гnezдо замоноличивают, что обеспечивает целостность кладки. Аналогично, новые плиты перекрытий могут быть заведены в специально подготовленные штрабы в кладке, либо на монолитные пояса поверх стен (рис. 2.5.14 п. Б).

Такой способ крепления имеет преимущества в удобстве и надежности, а также в

том, что обеспечивает надежную совместную работу и раскрепление существующих элементов. В то же время существенным ограничением применения гnezд и штраб является ослабление кладки на период монтажа, которое может вызвать технологические перерывы или сложности при ведении работ.

Анкерные упоры принципиально отличаются от анкерных болтов тем, что устраиваются на стальных элементах для дальнейшего омоноличивания и организации сталебетонных или сталежелезобетонных конструкций. Такой способ используется для обустройства новых или объединения существующих плит перекрытия со стальными балками, за счет чего может быть достигнута композитная, совместная работа (см. также раздел 3).

Специальные стальные анкерные упоры могут быть различных типов и должны обеспечивать включение части бетона в работу в сжатой зоне, превращая сечение в сталежелезобетонное – см. ДСТУ Б В.2.6-215:2016 и ДСТУ Б В.2.6-216:2016 [41, 42]. Различают гибкие анкеры, которые работают в бетоне на растяжение и выкалывание бетона, а также жесткие – специально усиленные, работающие кроме выкалывания бетона на срез сварных швов (рис. 2.5.15).

Объединение железобетонных плит со стальными балками позволяет увеличить экономичность, пространственную жесткость и живучесть перекрытий, раскрепить балки из плоскости и таким образом избежать установки горизонтальных связей (рис. 2.5.16).

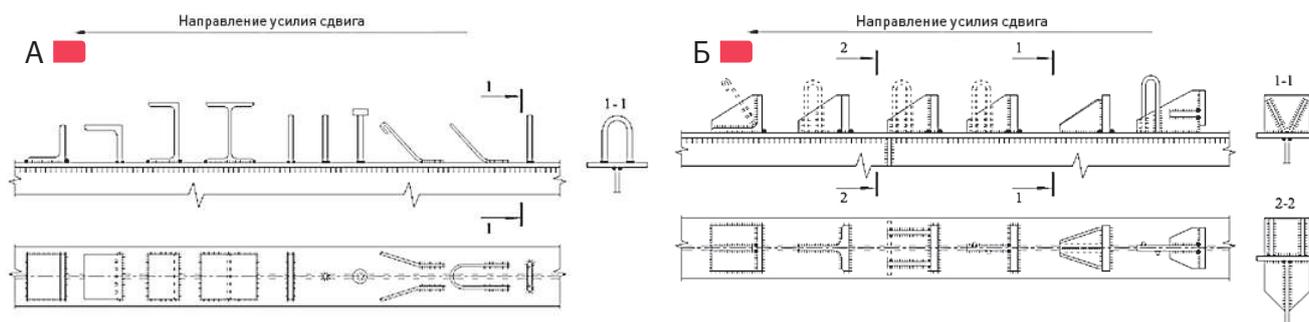


Рис. 2.5.15 – Типичные соединительные элементы, применяемые для объединения плит с существующими стальными балками для совместной сталежелезобетонной работы: А – гибкие; Б – жесткие

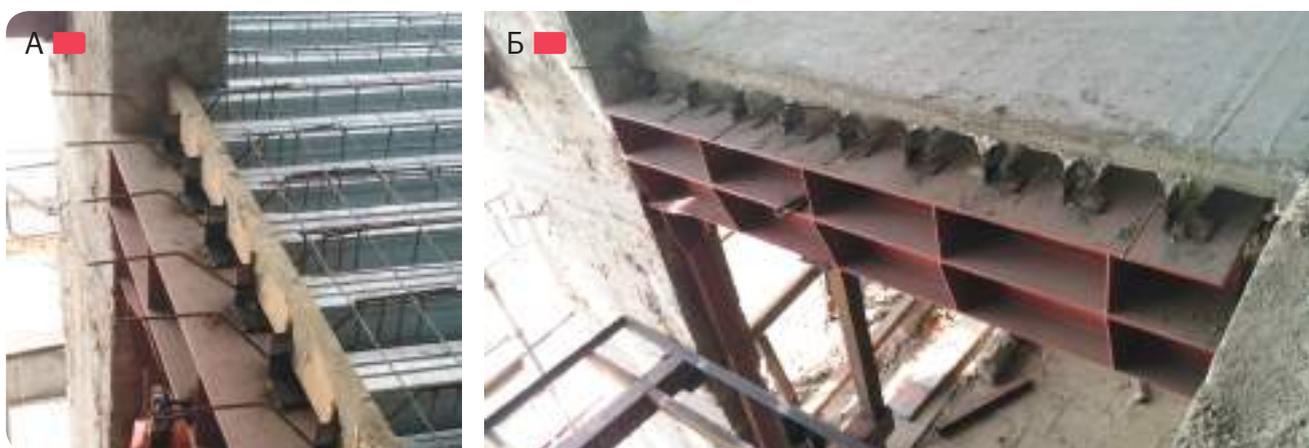


Рис. 2.5.16 – Применение анкерных упоров при усилении и замене перекрытий: А – упоры из прокатных уголков с арматурными выпусками, приваренные в верхней полке ригеля; Б – залитое перекрытие

Также описанный способ эффективен для колонн, поскольку бетон, работая на сжатие, обеспечивает повышение несущей способности и жесткости вертикальных несущих элементов.

Сводные характеристики описанных выше основных средств крепления с указанием преимущественного материала крепления и сферой применения приведены в табл. 2.5.2.

При высоких нагрузках или при других условиях, когда описанные обычные средства крепления обустроить невозможно, применяют дублирующие новые элементы каркасов или заменяют полностью элементы, к которым устраиваются крепления.

Замена, усиление, дублирование креплений при реконструкции или капитальном ремонте связаны с конструктивными причинами: их неудовлетворительным техническим

состоянием, неспособностью выдерживать новые нагрузки, а также с функциональными, технологическими и архитектурными требованиями. В частности, замена креплений иногда позволяет уменьшить габариты конструкции, более равномерно распределить нагрузку, обеспечить пропуск коммуникаций и тому подобное. В целом при конструктивной непригодности соединения его усиливают, дублируют или полностью заменяют новым. При усилении новые элементы работают совместно с уже существующими (см. раздел 3). При дублировании или частичной замене существующий элемент крепления может оставаться, выполняя функции дополнительного закрепления, для сохранения целостности конструкции и т. п. Дублирование также означает увеличение количества креплений – добавление болтов, опор и т. д. в зависимости от ситуации (рис. 2.5.17).

Характеристика основных типов крепления элементов при реконструкции

Тип соединения		Материал	Применение
Сварные соединения	шпоночные и сплошные швы	сталь	усиление стальных конструкций, доваривание к существующему армированию, обоймы и ригели, подкрепление существующих стальных накладок в узлах деревянных конструкций
	точечное обваривание	сталь	усиление стальных конструкций в местах крепления заклепками, болтами
Клеевые соединения	химические анкеры	кирпич, бетон	усиление кирпичных и бетонных конструкций, крепление кронштейнов, элементов усиления, анкеровка каркасов
	вклеиваемые стержни	дерево	усиление деревянных конструкций, установка на них накладок, анкеровка элементов в дерево
Болтовые соединения	обычные болты	сталь	усиление стальных конструкций, крепление накладок, связей, новых элементов
	шпильки	кирпич, бетон, дерево	усиление кирпичных, бетонных или деревянных конструкций, установка элементов, связей, стягивание для совместной работы
	фрикционные болты	сталь	усиление стальных конструкций накладками, организация рамных узлов
	анкерные болты	бетон	опора на новые фундаменты существующих и новых каркасов
Специальные	расклинные болты	бетон, полнотелый кирпич	усиление кирпичных и бетонных конструкций, крепление кронштейнов, элементов усиления, анкеровка каркасов
	элементы трения	металл, бетон, кирпич	временный перехват или обустройство средств укрепления конструкций
	омоноличивание	бетон, кирпич	анкеровка балок, опирание плит, создание дисков жесткости и раскрепление
	анкерные упоры	бетон	усиление стальных балок и колонн путем организации композитной работы с бетоном

При замене элементов соединительные детали обычно также подлежат замене. При этом следует помнить, что демонтаж элементов вместе с креплениями может значительно ослабить конструкцию. В частности, при демонтаже деревянных балок, железобетонных плит перекрытия или других конструкций, которые заведены в существующие стены, нужно оставлять опорные части, заделывая все возможные полости и щели раствором. В дальнейшем возможный демонтаж таких опорных элементов следует вести постепенно, обеспечив меры укрепления и конструктивной безопасности.

Главной особенностью замены креплений без замены элементов является их работа под нагрузкой. Поэтому перед выполнением таких работ максимально разгружают или подкрепляют конструкции, вводят дублирующие элементы и т. п. Работы проводят в определенной технологической последовательности, которая способствует равномерности включения в работу новых соединений и минимальным изменениям напряженно-деформированного состояния элементов.

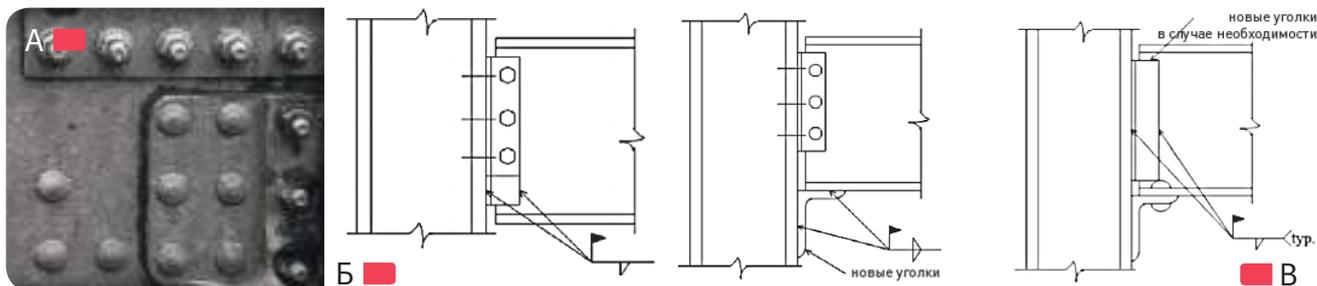
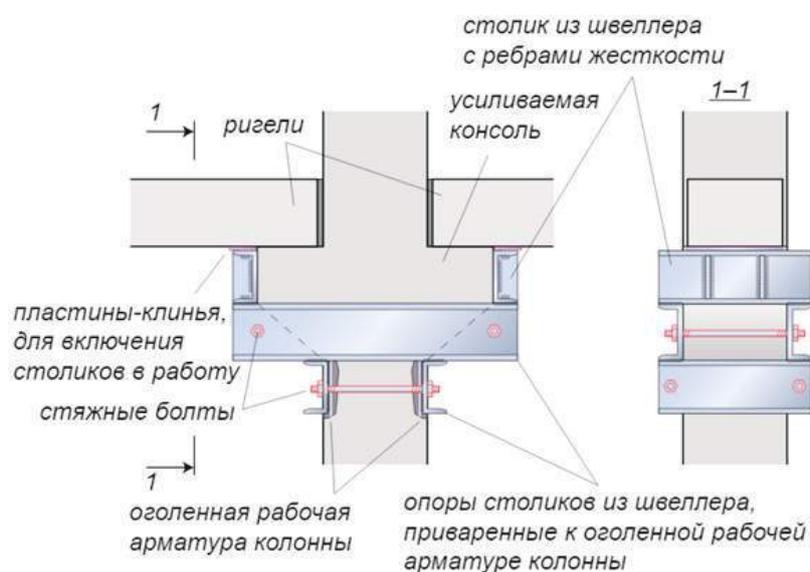


Рис. 2.5.17 – Замена креплений стальных элементов: А – заклепок путем обваривания накладок и установкой болтов; Б – заваривание опорных элементов болтового соединения; В – замена опоры на столик с опиранием через сварные накладки [94]

А ■



Б ■

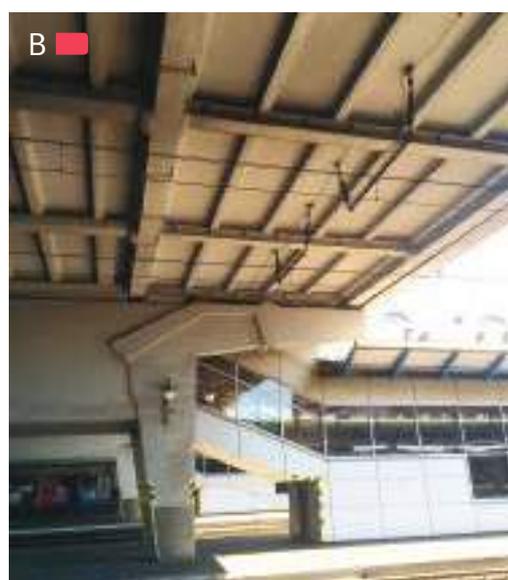
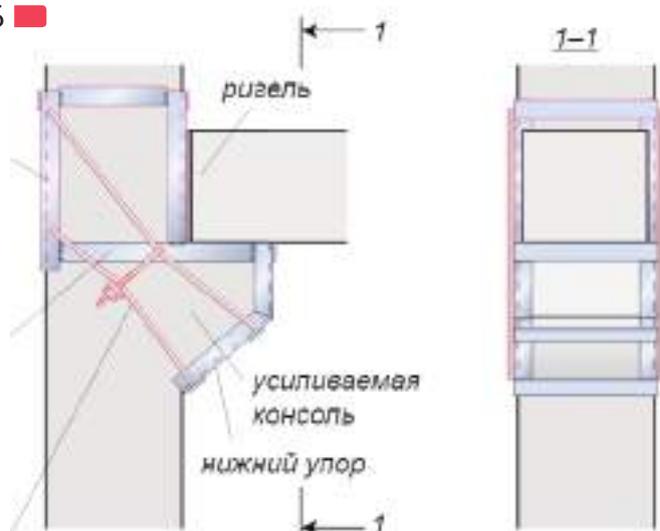


Рис. 2.5.18 – Дублирование консолей железобетонных колонн металлическими элементами креплений: А – двусторонних; Б – односторонних; В – противопожарная и антикоррозионная защита стального усиления консоли с помощью обетонирования

Заклепочные соединения металлоконструкций заменяют сварными, обустроенными в высверленных заклепках, или путем обваривания деталей, которые соединялись заклепками. Обваривание самих заклепок допускается только в качестве временной меры, не гарантирующей надлежащей надежности и долговечности. Также заклепочные крепления заменяют болтовыми, что обеспечивает соответствие напряженно-деформированного состояния соединений первоначальному после усиления (рис. 2.5.17 п. А).

Аналогично **сварные** соединения усиливают дополнительными сварными швами или заменяют болтовыми, если сварка больше не применима, например, из-за хрупкого характера разрушения при появлении динамических нагрузок, технологических сложностях осуществления и т. д. (рис. 2.5.17 п. В).

Болтовые соединения могут быть заменены новыми или сварными путем доваривания дополнительных элементов или наложения швов на существующие детали (рис. 2.5.17 п. Б).

Опирающие балки в **гнездах** в кладке может быть заменено аналогичными новыми усиленными гнездами с металлическими закладными деталями или кронштейнами, устраиваемыми к стенам или колоннам.

Сплошное опирание плит в стены заменяют выштабленными по захваткам зонами опирания или контурными опорными уголками (см. раздел 3).

Консольные опирания балок на железобетонные колонны или простенки заменяют дублированными металлическими элементами консолей или новыми консолями, которые устраивают на стяжных шпильках, механических и химических анкерах или обоймах (рис. 3.2.18).

Опирающие сверху на стены балки, плиты и фермы заменяют опорными металлическими элементами с распределительными подушками или монолитными поясами.

2.6 СРЕДСТВА ВКЛЮЧЕНИЯ В РАБОТУ НОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Включение в работу новых стальных элементов совместно с существующими может происходить несколькими способами. Основным способом является **разгрузка** конструкций перед внесением в них изменений, например, снятие слоев отделки, подшивок потолков, плит перекрытия с балок и т. п. При этом, по мере возвращения нагрузок после реконструкции, новые элементы постепенно включаются в работу. Основными недостатками такого способа является низкая прогнозируемость деформаций и поведения конструкций, а также необходимость значительной разгрузки конструкций и приостановление функции здания на период проведения работ.

Другим способом является предварительное **выжимание** существующих конструкций на опалубочных или специальных стойках, других временных конструкциях. Временные элементы

снимаются и возвращают нагрузки после окончания работ по изменению конструкций и устройству новых элементов, когда все узлы закреплены. Этот способ применим при небольшом количестве перекрытий и ограничен возможностью постановки стоек и их несущей способностью (рис. 2.6.1 п. А).

Применение **подклинивания** новых конструкций позволяет постепенно включить в работу подведенные конструкции путем введения в пространство между новыми и существующими элементами специальных стальных клиньев. Боковое пространство между клиньями заполняется цементно-песчаным раствором или специальными смесями. Использование одного только раствора редко позволяет достичь равномерного включения в работу, и ограничено по спектру нагрузок. Подклинивание – экономичный



Рис. 2.6.1 – А – включение в работу стального листа усиления железобетонной балки перекрытия на опалубочных стойках; Б – подклинивание металлических балок на опорных узлах пластинами с целью включения в работу; В – наваривание планок на обойму после стягивания струбцинами

способ включения конструкций в работу, но имеющий недостатки относительно равномерности и плотности прилегания элементов из-за присутствия человеческого фактора при производстве работ. Также подклинивание имеет ограничение по прочности существующих конструкций при забивании клиньев и передает усилия точно, что может привести к концентрации напряжений (рис. 2.6.1 п. Б).

Другим вариантом является **стягивание** новых и существующих конструкций, которое выполняется с помощью струбцин,

хомутов, предварительно нагретых стальных планок или указанных выше шпилек, химических и специальных анкеров (рис. 2.6.1 п. В, рис. 2.6.2 п. А). При стягивании следует предварительно обеспечить высокую плотность прилегания конструкций с помощью растворов, ремонтных, саморасширяющихся смесей и т. п. Способ включения конструкций в работу стягиванием является универсальным, но требует разностороннего доступа к конструкциям, подготовки поверхности и соблюдения технологии относительно усилий стягивания.

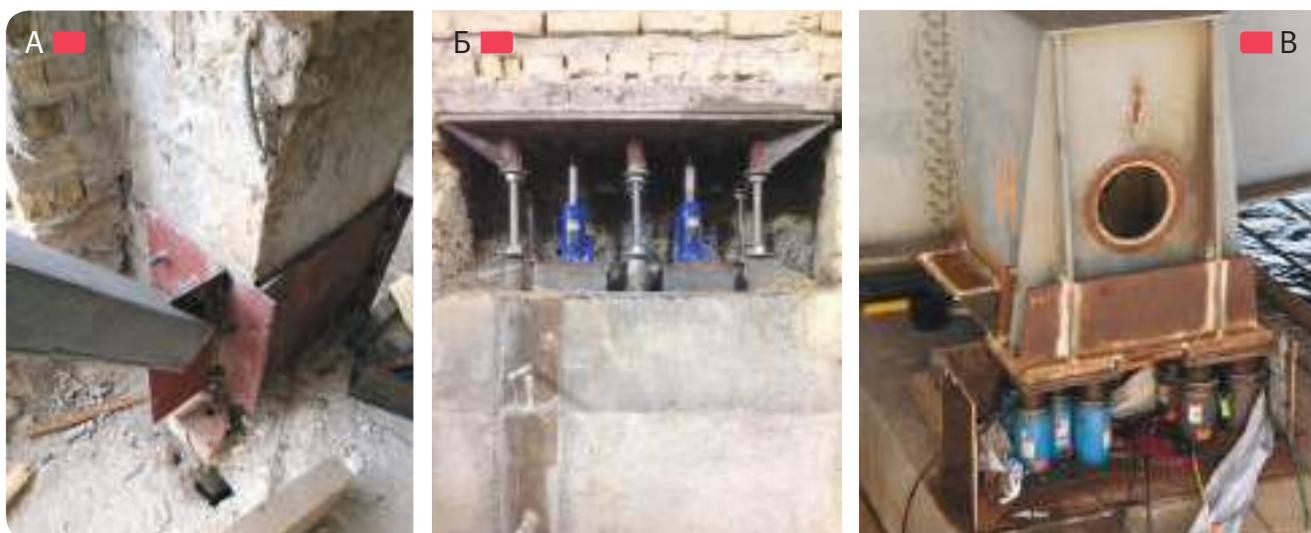


Рис. 2.6.2 – А – включение в работу узла крепления стальных связей к железобетонной колонне стягиванием в процессе выполнения; Б – включение в работу стальной перемычки с применением домкратов; В – подъем мостовой опоры на домкратах с целью подведения новых фундаментов

Наиболее прогнозируемым является способ включения конструкций в работу с применением гидравлических домкратов. При этом способе новые конструкции подводят и включают в работу с некоторым усилием, составляющим часть от проектного. Усилие точно контролируется с помощью домкратов, управляемых вручную или компьютерным блоком (рис. 2.6.2 п.п. Б, В). После этого проводится присоединение новых конструкций к существующим, а также закрепление

на опорах, что позволяет сразу включить их в работу.

Также при поддомкрачивании применяют специальные опорные элементы фиксации усилий, подкладки, временные подкосы и другие вспомогательные средства. Ограниченностью описанного способа является необходимость в надежных опорных зонах и сложность в управлении, а требования к поверхностям при этом такие же, как и для подклинивания.

2.7 КРИТЕРИИ ВЫБОРА КОНСТРУКТИВНОЙ ФОРМЫ И СРЕДСТВ РЕКОНСТРУКЦИИ

Проектирование представляет собой последовательность связанных между собой выборов совокупности составляющих строительной системы, осуществляемых проектировщиком для получения её заданных параметров. Этот процесс уникален, ограничен по времени, ресурсам, срокам деятельности и направлен на **создание формы**, которая соответствует определенной функции. Таким образом, **проектирование можно представить, как выбор архитектурной и конструктивной формы здания для обеспечения ее функции.**

Выбор осуществляется с помощью **критериев**, которые представляют собой свертку, совокупность требований к проектированию, выбору формы. В качестве инструментов достижения, критерии подразумевают определенные **принципы** проектирования – наборы концептуализированных правил,

которые позволяют достичь лучшего выбора формы. Ниже рассматриваются основные критерии при выборе формы для реконструкции [14].

Функциональность является интегральным и основным критерием как соответствие формы здания своему основному предназначению. Данный критерий многогранен, является главенствующим, и в некотором смысле все остальные, нижеследующие критерии обслуживают его достижение, включены в него.

Принцип **функционального соответствия** говорит о том, что архитектурная и конструктивная форма здания должна максимально обеспечивать нормальный ход социальных, технических, естественных и других процессов, которые ею обслуживаются. Форма должна полностью вмещать функциональный объем, необходимый для размещения



Рис. 2.7.1 – Надстройка над зданием из тонкостенных бескаркасных арочных оболочек – эффективное решение, которое реализует принципы малоэнергоёмкости, совмещения функций и энергоинформационной безопасности

людей, оборудования, организации складирования, производства, обеспечивать количество воздуха, площадь и высоту помещений и т.д. При реконструкции потребительские качества здания должны быть предельно приближены к уровню нового строительства.

Применяется также принцип **объединения функций**. Согласно ему, в элементах следует стремиться к концентрации функций при сохранении формы и уровня надежности конструкции. Так, например, в бескаркасных арочных тонкостенных оболочках реализуется принцип совмещения несущих и ограждающих конструкций. Такие оболочки используют механизм активной поверхности, имеют низкую металлоемкость, высокую технологичность и эффективно применяются в качестве надстроек над существующими зданиями (рис. 2.7.1) [2, 39, 43].

Конструктивная надежность – это способность объекта выполнять свои основные функции в течение заданного времени после реконструкции. Надежность состоит из трех базисных компонентов: **безот-**

казность – свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение заданного времени, **долговечность** – свойство объекта сохранять работоспособное состояние при определенной системе обслуживания и ремонтов, и **ремонтпригодность** – приспособленность объекта к поддержанию и восстановлению работоспособного состояния путем обслуживания и ремонта [45].

Для обеспечения этих компонентов при создании конструктивной формы применяют ряд первостепенных принципов проектирования. Согласно **принципу передачи усилий, кратчайшим путем** должен быть выбран самый короткий путь трансляции от точек восприятия внешних силовых действий к точкам их передачи или заземления в конструкции, например, при надстройке (рис. 2.7.2, п.п. А, Б).

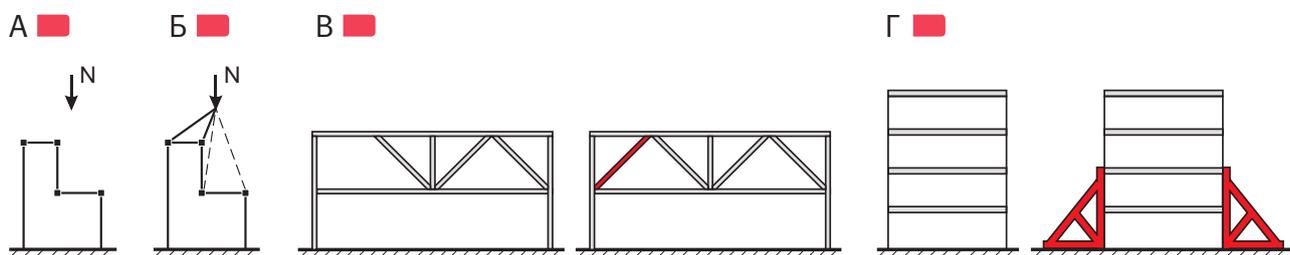


Рис. 2.7.2 – А, Б – надстройка с передачей усилий кратчайшим путем: А – точка получения усилия и возможные точки восприятия, Б – план подвала после замены стена колонны; В – принцип неразрывности передачи усилий при восстановлении отсутствующего раскоса фермы; Г – концентрация материала пропорционально моменту в решетчатых контрфорсах

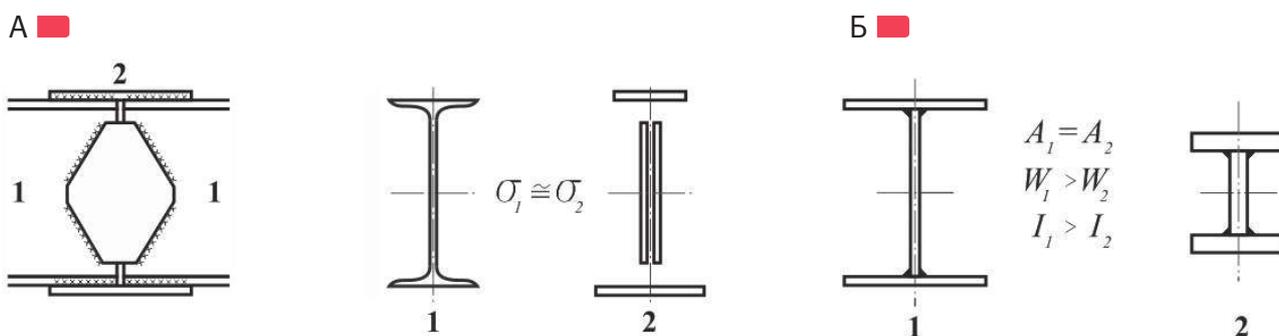


Рис. 2.7.3 – Принципы организации сечений: А – равнопрочность накладок и профилей в стыке; Б – тонкостенность увеличивает характеристики на изгиб при эквивалентной площади

Также согласно **принципу неразрывности передачи усилий** их трансляция должна быть непрерывной от точки получения до точки заземления (рис. 2.7.2 п. В). При проектировании элементов их материал должен концентрироваться вокруг линий трансляции усилий, что реализует принцип **концентрации материала** (рис. 2.7.2 п. Г). Для сечений основными принципами являются **равнопрочность и тонкостенность**. Принцип **равнопрочности** состоит в том, что при изменении жесткостных параметров элементов их напряженно-деформированное состояние должно сохраняться или быть эквивалентным первоначальному (рис. 2.7.3 п. А). Под принципом **тонкостенности** понимают, что выгоднее размещать меньше материала на больших расстояниях от линий трансляции усилий, чем больше материала на меньших расстояниях (рис. 2.7.2 п. Б).

Усиленные стальными обоями, дублирующими каркасами и другими средствами здания, так же, как и новые формы, продолжают свой срок эксплуатации и обладают высокой степенью долговечности, безотказности и ремонтпригодности. Конструктивная надежность должна закладываться при проектировании, обеспечиваться при изготовлении и поддерживаться в эксплуатации, гарантируя прочность, устойчивость и жесткость конструкций.

Технологичность. Технологические требования предусматривают возможность беспрепятственного применения существующих технологий для производства элементов как изделий и свободного движения их в технологическом потоке до завершения формы.

На выбор технологии ведения работ при реконструкции влияет много факторов. Ключевыми из них являются стесненность строительной площадки, ограниченность габаритов транспортировки, веса и размеров для монтажных марок, применяющихся устройств и приспособлений, прочность опорных элементов, возможности раскрепления и т. п.

Согласно **принципу максимальной технологичности** любая конструкция должна быть принципиально возможной для изготовления, транспортировки и монтажа. В то же время должен быть обеспечен и **принцип**

мобильности – то есть возможность перемещения конструкции на новое место с минимальными затратами и сохранением впоследствии большинства эксплуатационных качеств.

Технологичность производства работ по реконструкции должна обеспечивать, в частности, доступность сварки, возможность сверления отверстий, закручивания болтов и т. п. В технологии строительства и в конструктивных решениях элементов и узлов следует предусматривать возможность компенсации несовпадения размеров существующих и новых конструкций.

Более конкретные рекомендации по технологии производства отдельных способов реконструкции указаны в соответствующих разделах 3-5 настоящей книги.

Живучесть здания – это способность его поврежденной системы адаптироваться к новым и, как правило, непредвиденным ситуациям, противостоять опасным факторам, выполняя при этом свою целевую функцию, за счет соответствующего изменения структуры и поведения системы. Нулевая живучесть конструкции означает, что надежность всей системы зависит от одного наиболее ответственного элемента, разрушение которого приводит к прогрессирующему разрушению других элементов по «принципу домино». Современные мировые подходы к надежности сформировали для ответственных систем **принцип единичной живучести**, при котором локальное повреждение хотя бы одного элемента не должно привести к общему разрушению [7, 110].

Соответственно, большинство объектов существующей застройки, как правило, были запроектированы без соблюдения принципов живучести. При реконструкции как оставляемые, так и новые части формы должны быть защищены от прогрессирующего разрушения. Это достигается в основном за счет многосвязности и дублирования элементов конструкции, постановки специальных усиливающих элементов (рис. 2.7.4 п. А). В многократно статически неопределенных каркасах при наступлении первого предельного состояния, как правило, в первую очередь высвобождаются дополнительные связи, перераспределяя усилия в системе. Поэтому даже при воздействии неучтенных

факторов – техногенные аварии, теракты и т. д. – в таких системах сохраняется пригодность к нормальной эксплуатации, что позволяет осуществить своевременную эвакуацию и принять соответствующие организационно-конструктивные меры.

Кроме обеспечения с помощью систем каркасов, критерии живучести могут быть достигнуты с использованием систем внешних стальных препятствий – болардов. Они препятствуют прямому проникновению фактора поражения, останавливая транспорт, распределяя взрывную волну и т. п. (рис. 2.7.4 п. Б). Отечественные нормы ДБН В.2.2.24:2009 [31] определяют принцип единичной живучести только для зданий высотой более 73,5 м, однако очевидно, что в современных условиях единичная живучесть должна быть предусмотрена, по крайней мере, для всех объектов классов последствий СС3 [7] (см. также раздел 1).

Огнестойкость – характеристика пожарной безопасности здания, которая заключается в способности строительных конструкций и элементов сохранять свою несущую и ограждающую способность, а также оказывать сопротивление распространению огня. Различают понятия степени огнестойкости для зданий и предела огнестойкости для строительных конструкций и элементов. Степень огнестойкости определяется пределами огнестойкости основных строительных конструкций и пределами распространения огня по ним в зависимости от назначения, категории по взрывопожарной и пожарной опасности здания, его высоты (этажности) и площади этажа в пределах противопожарного отсека [26].

Показателем огнестойкости является предел огнестойкости конструкций, который определяется временем (в минутах) от начала огневого испытания конструкции по стандартному температурному режиму до наступления одного из предельных состояний конструкции: потери несущей способности (обозначается буквой R); потери целостности (обозначается буквой E); потери теплоизолирующей способности (обозначается буквой I).

Строительные конструкции в зависимости от нормированных предельных состояний по огнестойкости и предела огнестойкости

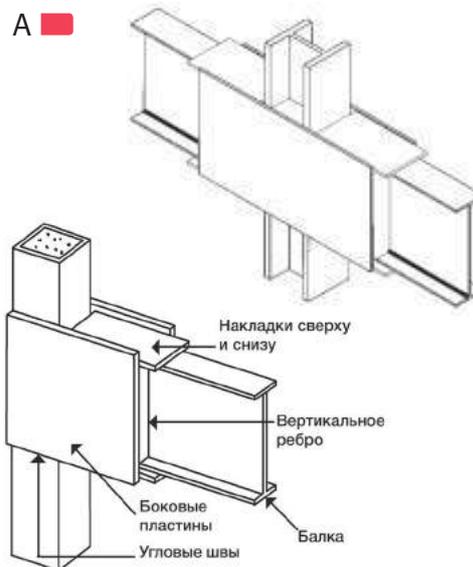


Рис. 2.7.4 – А – схемы усиления узлов металлических конструкций листами для обеспечения живучести; Б – система защитных стальных болардов при реновации исторического здания муниципалитета в г. Манчестер, Великобритания

делятся на классы огнестойкости. Обозначение класса огнестойкости строительных конструкций состоит из условных буквенных обозначений предельных состояний (REI) и числа, отвечающего за нормированный предел огнестойкости в минутах, выбранных из ряда 15; 30; 45; 60; 90; 120; 150; 180; 240; 360.

Для нормирования пределов огнестойкости строительных конструкций, непосредственно выполняющих только несущую функцию – колонн, балок, ферм, рам и т.д., используют буквенное обозначение предельного состояния R. Для конструкций, которые выполняют в составе здания только ограждающие функции и не являются несущими – внешних самонесущих стен, внутренних перегородок и т. п., используют также буквенное обозначение предельного состояния E, I.

Принцип равномерной огнестойкости предусматривает, что все элементы подсистем здания, попадающие в определенный пожарный объем, должны иметь требуемый для этого объема предел огнестойкости согласно требованиям, предъявляемым к этим элементам.

Способы огнезащиты делятся на две основные группы: **пассивные и активные**. **Пассивная** огнезащита стальных каркасов достигается конструктивными мероприятиями либо специальными материалами огнезащиты [62]. Активная огнезащита достигается, в основном, применением современных систем противопожарной защиты [61].

Способ и средства огнезащиты стальных конструкций определяются при проектировании конкретного объекта с учетом следующих условий:

- требуемый предел огнестойкости конструкций в соответствии со степенью огнестойкости здания;
- тип стальной конструкции и расположение ее в пространстве;
- ограничения по нагрузке огнезащитного покрытия на конструкции;
- экологические характеристики покрытия;
- условия проведения строительно-монтажных и огнезащитных работ;
- требуемые сроки проведения огнезащитной обработки;
- эстетичный вид и архитектурная привлекательность;
- условия эксплуатации огнезащитного покрытия;

- стоимость огнезащитной обработки, включающая цену огнезащитного материала и затраты на работы по огнезащите.

При реконструкции, как и при новом строительстве, для повышения устойчивости элементов металлоконструкций при воздействии высоких температур могут быть использованы следующие основные виды **конструктивной огнезащиты**:

- применение жаростойких сталей, в частности, легированных вольфрамом и ванадием;
- обетонирование, обкладывание конструкций теплоизоляцией, кирпичом либо нанесение штукатурного слоя (рис. 2.7.6 п. А);
- заполнение замкнутых сечений бетоном, обычно с дополнительным армированием и обеспечением совместной работы с основным профилем.

Колонны с частичным обетонированием достигают 60 минут огнестойкости, а при заполнении бетоном замкнутых сечений – до 120 минут (рис. 2.7.5). Колонны, обетонированные полностью, имеют более длительную огнестойкость в зависимости от толщины бетонного покрытия. Иногда более экономичным является частичное обетонирование стальных профилей в заводских условиях перед их доставкой на строительную площадку, с последующим покрытием соединений огнеупорной минеральной ватой или аналогичными материалами [62].

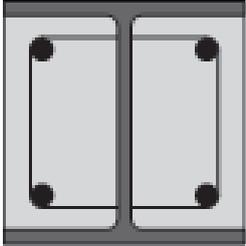
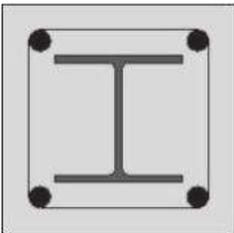
Двутавровый профиль с частичным обетонированием	Двутавровый профиль с полным обетонированием	Труба с бетонным заполнением	Гнутосварной профиль с бетонным заполнением
			
30 ... 60 минут	60 ... 240 минут	60 ... 90 минут	60 ... 90 минут

Рис. 2.7.5 – Огнестойкость сталежелезобетонных колонн при различных вариантах конструктивных решений

К специальным средствам огнезащиты, в основном, относятся:

- напыление защитного слоя вяжущих материалов на конструкции, которые впоследствии подлежат отделке;
- использование огнезащитных панелей, которые образуют «короб» вокруг элемента металлоконструкции;
- окраска конструкций вспучивающимися покрытиями, которые обычно наносятся в виде тонкой пленки и повторяют наружную форму профилей (табл. 2.7.1).

Таблица 2.7.1

Основные типы огнезащиты балочных конструкций

Тип	1. ОпираНИЕ плит на верхний пояс	2. ОпираНИЕ плит на нижний пояс	3. ОбшивКА огнезащитными панелями	4. ПокрыТИе огнезащитными спреями	5. Нанесение защитных покрытий
Эскиз					
R, минут	7..30	15..45	30..300	30..240	15..90

Напыляемые и плитные огнезащитные материалы обладают низкой теплопроводностью и достаточно устойчивы к повреждениям при пожаре. Напыляемые материалы зачастую изготавливаются на основе вяжущих, поэтому

могут иметь большую толщину, чем огнезащитные панели, которые чаще всего состоят из гипсокартона с содержанием стекловолокна, силиката кальция или минеральной ваты (таблица 2.7.2).

Таблица 2.7.2

Характеристика основных типов крепления элементов при реконструкции

Пример огнезащитного покрытия	Предел огнестойкости REI	Срок эксплуатации, не менее, лет	Область применения
Интумесцентные покрытия «Эндотерм 210104»	90	10	Конструкции любой формы (колонны, балки, фермы, связи)
Штукатурки	240	10	Конструкции формы средней сложности (колонны, балки)
Минераловатные плиты «Conlit 150»	300	30	Конструкции несложной формы (колонны, балки)
Силикатные плиты «Promatect-L500»		50	
Плиты вермикулитовые «Экопласт»		30	

Панели широко используются для защиты конструкций от огня вне зависимости от того, подлежит впоследствии элемент отделке или нет, т. к. обладают достаточным собственным вполне эстетичным видом. Панели производятся в заводских условиях, и их толщина и эксплуатационные характеристики могут быть гарантированы производителем. Установка огнезащитных панелей на строительной площадке не требует «мокрых» процессов и не оказывает значительного влияния на другие виды деятельности. Кроме того, огнезащитные панели устанавливаются на неокрашенные металлические конструкции в местах, где нет риска коррозии.

Основу современных напыляемых огнезащитных материалов составляют цемент и вермикулит, а не, например, гипс, поскольку они достаточно жесткие и сохраняют прочное сцепление с поверхностью элементов, особенно балок. При этом сечение стальных элементов после обработки обычно полностью скрыто из виду из-за значительной толщины, шероховатости и неровности поверхности. Огнезащитное напыление имеет огромное преимущество перед плитными материалами по технологичности нанесения и в том, что не значительно увеличивает профиль элемента, чем существенно упрощает огнезащиту конструктивно сложных элементов и узлов. Любые типы огнезащитных покрытий проходят обязательные натурные испытания на воздействие высоких температур.

Вспучивающиеся покрытия представляют собой материалы, которые наносятся на конструкции в виде красок. Они являются

инертными при низких температурах и нормальных условиях окружающей среды, но при достижении высокой температуры такие покрытия вспучиваются и обеспечивают изоляцию элементов посредством толщины обугленного слоя со слабой теплопроводностью. Внутренняя температура элемента под покрытием при этом достигает максимум 200-250 °С, что не снижает физико-механических свойств стали. Стандартное покрытие толщиной 1 мм при действии огня, как правило, расширяется примерно до 50 мм. Толсто пленочные вспучивающиеся покрытия имеют относительно расширение значительно меньше, чем тонко пленочные (обычно примерно 5:1), однако намного более высокую огнестойкость. Поэтому толстые пленочные покрытия используются в основном в промышленной отрасли, где требуются более продолжительные периоды огнестойкости. Огнезащитные покрытия визуально не отличаются от обычной покраски, поэтому обладают достаточными эстетичными свойствами, при этом поверх них возможна любая отделка. Вспучивающиеся покрытия обычно наносят в виде тонкой пленки с толщиной до 2 мм либо толстой пленки при толщине от 2 до 5 мм. Покрытие толщиной до 2 мм может наноситься в заводских условиях с обеспечением высокого уровня контроля толщины вспучивающегося покрытия. Вспучивающиеся покрытия обычно используются для визуально открытых элементов (рис. 2.7.6 п. Б), а также конструктивно сложных сечений и узлов, где использование защитных панелей представляется слишком трудным, как например, для перфорированных балок.



Рис. 2.7.6 – Конструктивная огнезащита: А – сталебетонного ригеля обшивкой теплоизоляционным материалом с дальнейшим оштукатуриванием по сетке; Б – подведенного стального ригеля нанесением интумесцентного покрытия

К **активным системам** противопожарной защиты относятся системы автоматической пожарной сигнализации и автоматического дымоудаления, спринклерные установки, дренчерные завесы и др.

Применение европейских адаптированных и имплементированных методик к расчету огнезащиты также позволяет существенно сэкономить за счет дифференцированного подхода на основе степени использования каждого несущего элемента в каркасе.

Эстетичность формы при реконструкции реализует **принцип интеграции** в архитектурную среду, где форма должна демонстрировать красоту и гармоничность, создавая благоприятное визуальное восприятие. Как правило, эстетичность формы реализуется при реконструкции комплексно в составе общих целей обеспечения функции, но может выступать и самостоятельной задачей. В таком случае изменения претерпевает лишь

архитектурная оболочка, где стальные конструкции представляют собой фасадные, декоративные элементы (рис. 2.7.7). Это позволяет изменить или обновить внешний вид здания, а также включить дополнительные функции, такие как обеспечение сопротивления теплопередачи, защита от солнца, осадков и т. п. (рис. 2.7.8). С другой стороны, в реконструкции используется также принцип сохранения существующей формы. Элементы, которые имеют историко-культурную, иную ценность, создающие архитектурную выразительность и неповторимый образ здания должны быть сохранены в процессе реконструкции и впоследствии, во время эксплуатации.



Рис. 2.7.7 – А – Обустройство металлических декоративных элементов фасада в Италии; Б – фасадные элементы, установленные на существующем офисном здании в Токио, Япония, арх. У. Атапо, 2014 г.



Рис. 2.7.8 – А – стальной трансформируемый фасад при реконструкции производственного здания в магазин органических продуктов, проект бюро АКА, 2010 г.; Б – перфорированные элементы при реновации фасада жилого здания в Лос-Анджелесе, США 2013, бюро Koning Eizenberg

Стальные конструкции дают возможность использовать широкий набор инструментов – как для сохранения эстетики существующей формы, так и для ее изменения на всех иерархических уровнях формообразования. Рационально запроектированные конструкции, как правило, выглядят эстетично, т. к. реализуют базисные законы гармонии и динамического равновесия, лежащие в самой сути Живой Природы.

Энергоинформационная безопасность. Существующая среда, в которой находится объект реконструкции, насыщена полями различного происхождения. Поэтому должен быть применен **принцип энергоинформационной гармоничности**. Это касается, прежде всего, электромагнитных излучений, которые являются побочным эффектом современных систем коммуникаций, освещения и других. Так, например, надстройка на существующем здании может попадать в опасный фокус ретрансляторов мобильной связи, установленных на соседних зданиях. Аналогично, проектируя размещение антенн, источников излучений и т. п. на вновь создаваемых крышах реконструируемого здания, следует учитывать размещение соседних зданий и влияние на среду самого объекта. Патогенными могут являться поля линий электропередач, промышленных генераторов, подстанций, инженерных сетей и т. д.

Также при реконструкции значение имеют энергоинформационные поля. Выявление таких полей осуществляется преимущественно эмпирическим путем и в результате обработки статистики косвенных показателей. Установлено, что модуляции энергоинформационных полей могут оказывать как благоприятное (сальбурогенное) воздействие на системы различной природы, так и отрицательное, создавая геопатогенные зоны (ГПЗ). Согласно ДБН А.2.1-1:2014 «Инженерные изыскания для строительства» [22] геопатогенные зоны являются зонами аномального воздействия, обусловленными особенностями геологической среды. На макроуровне природными источниками геопатогенных зон могут быть подземные водные потоки, тектонические разломы, карстовые полости, неоднородности состава почвы. Искусственным источником геопатогенных зон может быть наличие на месте строительства подземных

туннелей, остатков некоторых сооружений, кладбищ, захоронений отходов, мест военных действий, скотобоен и тому подобное [88]. Гибельное влияние ГПЗ показано в многочисленных медико-геологических исследованиях, которые интенсивно проводились во всех странах в прошлом столетии и в наше время [51; 65]. Для людей, живущих в районах с ГПЗ, плотность заболеваний по сравнению с благополучными районами превосходит на 30..90 % [19; 100]. Для технических систем ГПЗ могут приводить к появлению коррозии, плесени, трещин в стенах, отслаиванию штукатурки, нарушению работы приборов, прорывам инженерных коммуникаций и т. д. [66].

На мезо- и микроуровне здание, как основное место осуществления жизнедеятельности человека, также создает энергоинформационную среду. При реконструкции следует учитывать предварительное назначение здания, события, происходящие в нем в течение эксплуатации. Другим аспектом является то, что сама форма конструктивных и архитектурных объектов и будущая функция здания также модулируют энергоинформационную среду. Изменение назначения, размеров и конструкций реконструируемых пространств может приводить не только к благоприятному новому результату, но и к возникновению патогенной ситуации, ранее отсутствовавшей.

Размещение объекта, подлежащего реконструкции, требует тщательного изучения территории. Многие из исторических принципов, которыми руководствовался проектировщик на момент возведения постройки, не были формализованы, а из-за наличия ряда факторов наследственность в передаче информации потеряна.

На данный момент ДБН В.2.1-10:2009 «Основания и фундаменты зданий и сооружений» [30] регламентирует в перечне данных, принимаемых во внимание при проектировании и выборе участка застройки для объектов класса последствий ССЗ, обязательную проверку наличия геопатогенных зон. Для изучения энергоинформационной среды должны привлекаться соответствующие специалисты. По результатам исследования принимается окончательное решение по размещению, функции и форме объекта реконструкции, его внутренней планировке, а также определяются комплексы мероприятий,

нейтрализующих возможное патогенное влияние. Сейчас, например, известно, что арочные, плавные формы зданий, у которых активный механизм поверхности (см. *разд. 2.2*), создают более благоприятную энергоинформационную среду, уменьшают концентрации напряжений, отводят атмосферные осадки и т. п. (см. *выше рис. 2.7.1*).

Происходит постоянный **полевой обмен**: архитектура создает нам условия жизнедеятельности, ведет информационный диалог, формирует наше поведение, привычки, характер, наше здоровье, наконец. Энергоинформационный подход к живым взаимодействиям человека и среды его обитания требует от архитектора и инженера владения медитативными и интуитивными методами работы, умения прогнозировать и предвидеть будущие условия жизни людей в создаваемом ими пространстве [66].

Адаптивность является одним из ключевых критериев функционально-планировочной организации и в реконструкции касаются требований, которые применяются как к

новому создаваемому пространству, так и к видоизменению существующего.

Нахождение новой функции для существующей застройки при ее реконструкции получило название **адаптивного переиспользования** (*adaptive reuse*) [109] и сейчас рассматривается как один из эффективных инструментов снижения темпов разрастания городов (*urban sprawl* см. *раздел 1*), представляя собой компромисс между историческим сохранением (*historic preservation*) и разборкой зданий (*disassembly*) [98]. Применение стальных конструкций дает возможность получить эффективные решения для максимального воплощения обновленной функции в существующей застройке (*рис. 2.7.9*).

К формам, возникающим при реконструкции, применяются такие же требования адаптивности, как и к новому строительству.



Рис. 2.7.9 – Пример адаптации корпуса фабрики 1895 года под офисное здание с внутренним каркасом и атриумом в г. Ghent, Belgium проект бюро Archipl 2015

Современные **принципы реализации адаптивности** включают в себя, прежде всего, **макроуровень** – **учет будущих расширений и пристроек** при размещении здания на генеральном плане. **Мезо- и микроуровни** планировочной организации пространства охватывают, соответственно, адаптивные возможности пространства на уровне здания и отдельных помещений. Применение стальных конструкций позволяет создать новые формы с бесколонным пространством (см. *разделы 4, 5*), что дает возможность **реализовать принцип гибкости планировок**

(*flexible housing*) в передвижении перегородок, организации внутренней функции и т.п.

В существующей форме стальные конструкции также дают возможность расширить проемы, заменить стены колоннами и т. д. (*рис. 2.7.10*, см. также *раздел 3*), и реализовать, таким образом, свободную планировку. Кроме того, стальной каркас, в отличие от других, создает широкие возможности для дальнейшего присоединения, усиления элементов, например, при изменении функционального назначения или при надстройке.

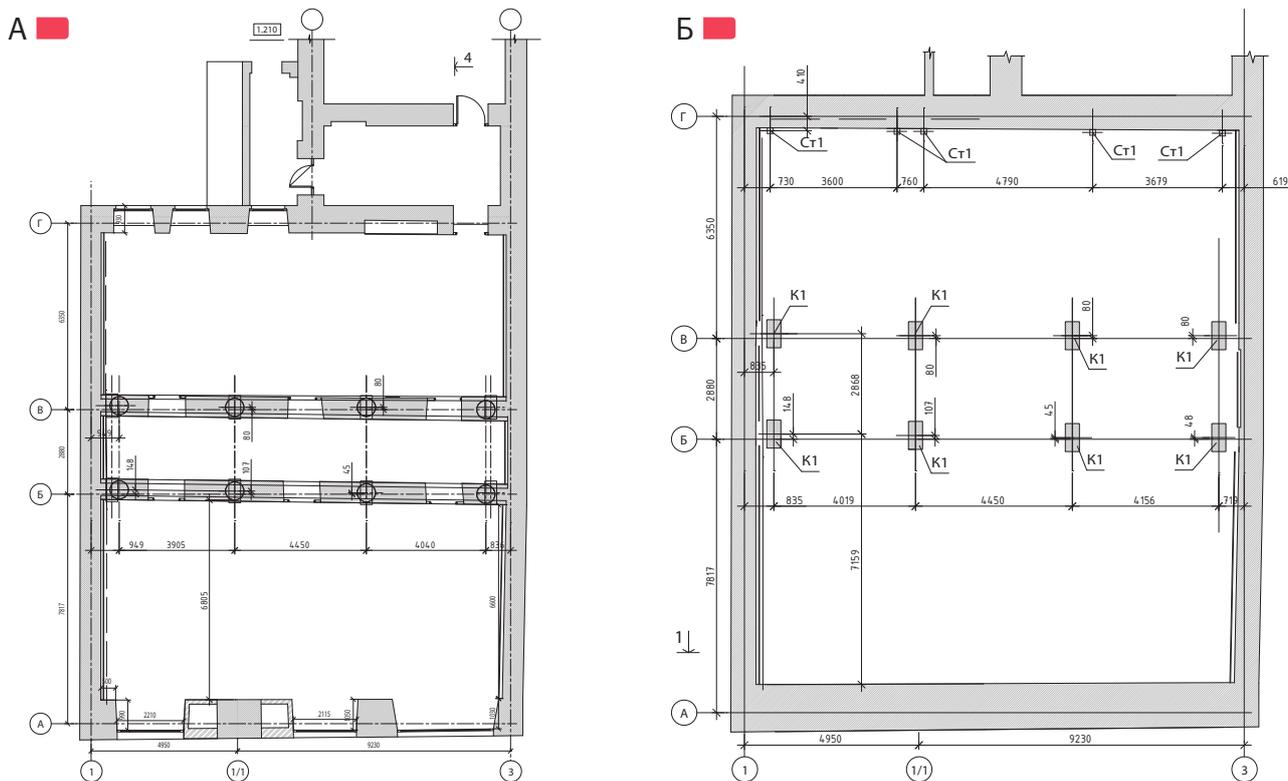


Рис. 2.7.10 – Пример получения функциональной планировки здания: А – существующие кирпичные стены; Б – план после замены стен на колонны

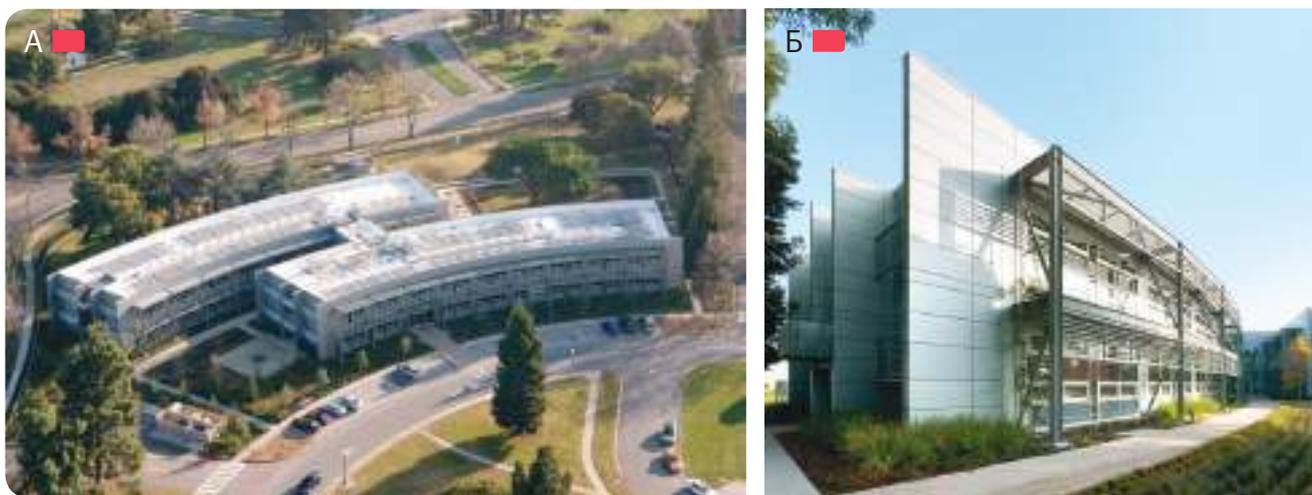


Рис. 2.7.11 – Новое энергопассивное здание НАСА со стальным каркасом, учитывающим будущие реконструкции и расширения на всех уровнях планировочной организации, проект William McDonough + Partners, AECOM, США 2011 г.

При новом строительстве уже сейчас должны закладываться возможности адаптивности, позволяющие экономить ресурсы и органично расширять, видоизменять функцию здания при необходимости в будущем (рис. 2.7.11). Адаптивность, таким образом, является элементом устойчивого развития – как в социально-экономическом аспекте, так и в экологическом.

Экологичность. Реконструкция, как и любой процесс по изменению окружающей сре-

ды, не должна ничем вредить ей, в том числе и в экологическом аспекте. На макроуровне городской застройки учитывают экологические факторы, связанные с местоположением реконструируемого здания. Так, в частности, в зданиях старой застройки в подвальных помещениях могут накапливаться опасные природные газы, такие, как радон, метан, сероводород и др. Кроме того, газ может накапливаться от протечек коммуникаций. Территория и само здание должны быть обследованы на

предмет источников возможной радиоактивности. Санитарно-гигиеническая экспертиза должна быть всеобъемлющей и специфической в отношении объекта реконструкции.

Температурно-влажностный режим, микроклимат в здании регулируются при реконструкции мерами утепления, гидроизоляции, санации стен и перекрытий (см. раздел 1), а также нейтрализацией источников избыточной влажности путем водоотведения, благоустройства территории, ремонта и замены коммуникаций. Проводя обследование перед реконструкцией, следует провести санитарно-гигиеническую экспертизу здания, а также прилегающего к нему участка, и принять конструктивные, технологические, организационные меры для обеспечения безопасности, как формы, так и окружающей ее среды. При реконструкции или капитальном ремонте после пожара все отделочные слои здания, проникаемые для продуктов горения, должны быть демонтированы и заменены. Несущие элементы стен, перекрытий, покрытий должны быть тщательно очищены пескоструйным методом или металлическими щетками для снятия копоти и обработаны специальными веществами.

Длительное пребывание в состоянии заброшенности, руины, отсутствие консервации для недостроенных объектов – также требуют дополнительных мер по санитарно-гигиениче-

ской оценке возможности их использования и специальной обработки или утилизации при необходимости.

Существующая застройка может также характеризоваться неблагоприятной биологической ситуацией, которая зависит от места расположения здания и предварительного назначения перед реконструкцией. Старые строительные материалы несущих и ограждающих конструкций могут быть источниками бактерий, плесени и т. п., и не отвечать современным нормам экологической безопасности.

Следует также учитывать, что обновленная форма здания влияет на инсоляцию, акустические параметры других зданий окружающей застройки и т. п. Это должно быть учтено при реконструкции с выходом за пределы существующего контура здания (см. разделы 4, 5).

Требования экологичности и охраны окружающей среды должны быть соблюдены как относительно существующего объекта, так и относительно новых создаваемых форм, а также при самом процессе реконструкции здания и его дальнейшей эксплуатации.



Рис. 2.7.12 – Укрупненный жизненный цикл здания

Каждое здание как система проходит **цепочку: сырье - материал - изделие - элемент - конструкция – здание**, которое впоследствии подвергается реинновации либо замещению, с последующей разборкой и утилизацией (рис. 2.7.12). Поэтому к экологичности относятся **принципы минимизации привлечения ресурсов и выбросов** на всех этапах жизненного цикла.

Одними из современных суперкритериев оценки минимизации вреда окружающей среде является **углеродный след (carbon footprint)** и **потенциал глобального потепления (Global warming potential, GWP)** [102, 116]. **Углеродный след является интегральной оценкой здания** в углеродных единицах от каждой составляющей детали и процесса ее производства и, возможно, эксплуатации. **Потенциал глобального потепления – еще более всеохватывающий показатель**, определяющий степень воздействия не только углекислого, а и других парниковых газов на глобальное потепление. Такой коэффициент может быть

рассчитан для всех элементов подсистем здания с целью оценки воздействия проекта на глобальное потепление и его возможной корректировки. В частности, установлено, что сталь при строительстве является более экологически чистым материалом, чем, например, бетон, т. к. требует меньше энергоемких процессов обработки, связанных с выбросами вредных и парниковых веществ. Исследования жизненного цикла и полной жизни здания обнаруживают еще большую дружелюбность стали к окружающей среде в плане легкости реконструкции и высокой способности – около 98 % – к повторному использованию.

В некотором смысле и сама по себе реконструкция является экологическим, зеленым решением, поскольку преимущественно использует существующее здание без привлечения новых участков земли, экономит материальные и энергетические ресурсы, сокращает время возведения и размеры строительной площадки, в результате чего природа выигрывает.

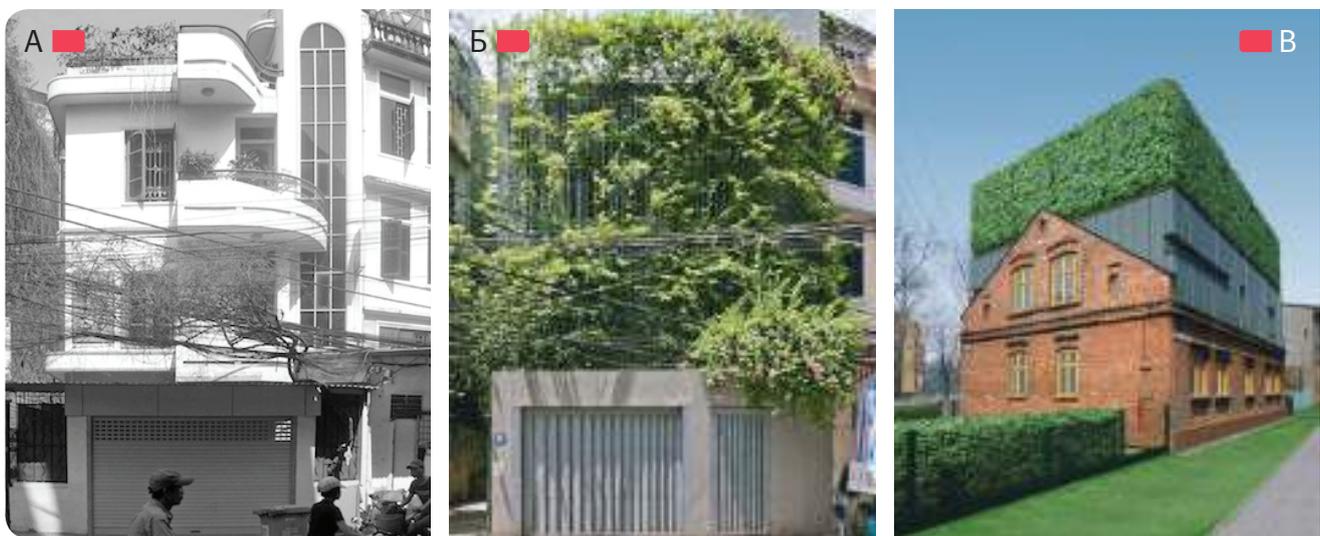


Рис. 2.7.13 – Фасад здания в г. Ханой, Вьетнам: А – начальный; Б – после возведения стального каркаса для крепления вертикального озеленения; проект Vo Trong Nghia 2016 г.; В – надстройка с озеленением «D house-Urban sandwich» проект бюро Zalewski Architecture Group

Кроме того, увеличение площадей и появление новых этажей при некоторых видах реконструкции позволяет разместить дополнительное озеленение, теплицы (рис. 2.7.13, 2.7.14) или средства получения экологически чистой электроэнергии (рис. 2.7.15). Размещение на функционально эксплуатируемой

крыше рекреационного пространства позволяет создавать дополнительные участки для досуга на свежем воздухе, что важно в условиях плотно застроенных территорий. Таким образом, реализуется **принцип баланса озеленения** – как минимум, изъятая при строительстве площадь озеленения должна



Рис. 2.7.14 – Реконструкция с надстройкой производственного здания в жилое, Лондон, Великобритания: А – The «Green» Clere Street Penthouse арх. T.Liu 2011 г.; Б – вертикальное озеленение при реконструкции застройки в Мадриде, Испания, арх. Patrick Blanc



Рис. 2.7.15 – А – солнечные батареи и озеленение на надстройке со стальным каркасом при реновации здания 1926 г. с сертификатом эффективности LEED Gold в г. Лос-Анджелес, проект бюро KEA, 2014 г.; Б – надстройка и солнечные батареи при реконструкции пентхауса на Манхэттене, Нью-Йорк, США

быть возвращена в виде вертикальных и горизонтальных насаждений, садов и т. д. Озеленение, кроме поглощения парниковых газов, выполняет эстетическую функцию, улучшает микроклимат, уменьшает избыток солнечных лучей, перегрев поверхностей и осуществляет теплоизолирующие функции.

Экономичность включает в себя, прежде всего, принцип минимальной энергоёмкости.

Данный принцип заключается в том, что разница между строительным и функциональным объемом конструкции должна быть минимальной. Дополнительный объем, если он не обусловлен нормативными требованиями, увеличивает затраты энергии на свое создание и обслуживание (рис. 2.7.16).

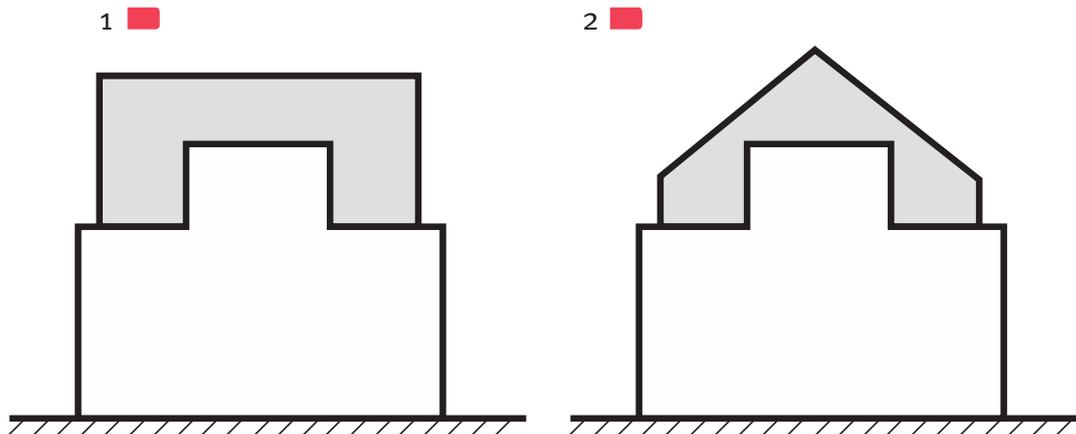


Рис. 2.7.16 – 2 – схема реализации принципа минимальной энергоемкости при надстройке здания в сравнении с обычным решением (1), без потери функциональности

Экономический критерий выбора формы здания должен быть всеобъемлющим и учитывать все компоненты его **жизненного цикла** (*Life Cycle Assessment*), **принцип минимизации его стоимости**. При этом различают стоимость собственно **жизненного цикла здания** (*Life Cycle Costing*) и стоимость полной жизни здания (*Whole Life Cycle Costing*,

рис. 2.7.17). Стоимость жизненного цикла формируется из себестоимости в деле [3, 99], стоимости эксплуатации и обслуживания здания и стоимости завершения цикла, который заключается в реновации здания или разборке и утилизации его конструкций [105, 106].

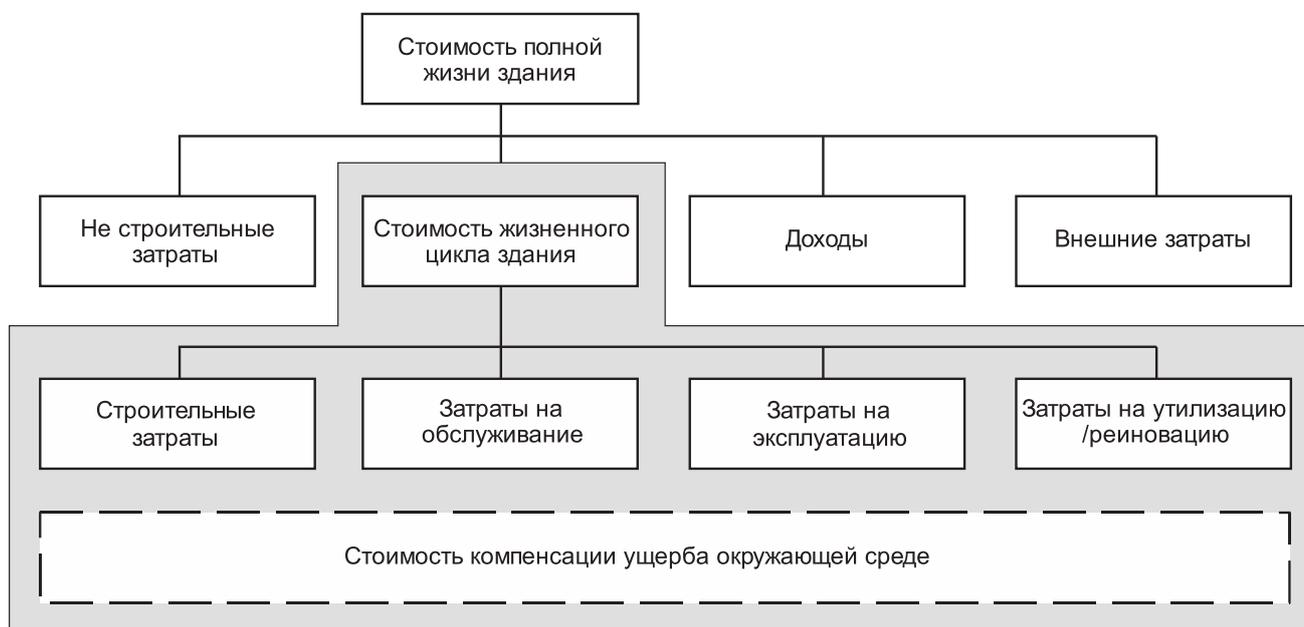


Рис. 2.7.17 – Структура стоимости полной жизни здания

Одни из ведущих (по состоянию на 2017 год) зарубежных норм ISO 15686 и BS-8544 [97,102] определяют значительное количество компонентов, которые должны быть

приняты во внимание при анализе стоимости полной жизни здания, и зависят от множества факторов (*табл. 2.7.3*).

Таблица 2.7.3

Структура стоимости жизненного цикла здания

1. Строительные затраты	2. Затраты на обслуживание	3. Затраты на эксплуатацию	4. Затраты на утилизацию/реновацию
<p>1.1. Себестоимость здания в деле</p> <p>1.2. Другие сопутствующие строительные затраты</p> <p>1.3. Дополнительные затраты, определяемые клиентом</p>	<p>2.1. Модернизация элементов систем</p> <p>2.2. Плановая замена элементов систем и затраты на адаптацию</p> <p>2.3. Замена интерьера и экстерьера здания</p> <p>2.4. Текущие ремонты и техническое обслуживание</p> <p>2.5. Внеплановые замены, ремонт и техническое обслуживание</p> <p>2.6. Обслуживание грунтовых оснований</p> <p>2.7. Дополнительные затраты, определяемые клиентом</p>	<p>3.1. Уборка территории</p> <p>3.1.1. Обслуживание внешней оболочки</p> <p>3.1.2. Внутренняя уборка</p> <p>3.1.3. Специальная уборка</p> <p>3.1.4. Уборка территории</p> <p>3.2. Отопление, вентиляция и другие коммунальные услуги</p> <p>3.2.1. Энергоснабжение и слаботочные сети</p> <p>3.2.2. Водоснабжение и водоотведение</p> <p>3.3. Администрирование</p> <p>3.3.1. Управление недвижимостью</p> <p>3.3.2. Оплата эксплуатирующего персонала</p> <p>3.3.3. Управление отходами</p> <p>3.4. Накладные расходы</p> <p>3.5. Налоги, кредит</p> <p>3.6. Дополнительные затраты, определяемые клиентом</p>	<p>5.1. Демонтаж и разборка</p> <p>5.2. Утилизация компонентов</p> <p>5.3. Реновация согласно договорным требованиям</p> <p>5.4. Дополнительные затраты, определяемые клиентом</p>

Строительные затраты, кроме стоимости самого здания в деле, описанной выше, несут в себе также другие затраты, такие как подготовка территории и ущерб от перекрытия движения на время строительства. Затраты на обслуживание включают в себя ремонты и модернизацию здания. Для стальных конструкций, в частности, необходимо производить возобновление огнезащиты, покраску и антикоррозионное покрытие конструкций, а также локальное восстановление элементов при внеплановых ремонтах.

Эксплуатационные затраты состоят из текущих затрат, которые связаны с обеспечением внутренней функции. Они прямо или опосредованно зависят от архитектурной формы, ограждающей оболочки и решения самих конструкций: уборка, водо- и энергоснабжение, коммуникации, администриро-

вание, выплаты и накладные расходы и т. п.

В конце жизненного цикла согласно плану, здание подвергается реновации, реконструкции либо демонтируется, что влечет соответствующие затраты на демонтаж и утилизацию компонентов [9].

С экономической точки зрения моделирование стоимости полной жизни или жизненного цикла связано с определением стоимости начальных и будущих инвестиций в конструкцию или здание. Говоря в целом, стоимость жизни здания существенно зависит от выбранной инвестиционной стратегии капиталовкладчика и изменения рыночных условий. Также приходится признать, что применение критерия стоимости жизненного цикла или полной жизни здания имеет меньшую точность и прогностический уровень, чем себестоимость в деле,

поскольку учитывает параметры, зависимые от многих факторов, наиболее значимым из которых является время. Обычно срок для анализа жизненного цикла коммерческих зданий принимается 30..50 лет, а для жилых зданий цикл может быть рассчитан и до 100 лет [96]. Но точность оценки, полученная таким образом в момент принятия решения на эскизной стадии, снижается с увеличением горизонта прогноза. Кроме того, известно, что точность оценки определяется компонентом с наименьшей точностью из числа ее составляющих с разной точностью, и снижается при увеличении неопределенности.

Следует осознавать, что любой этап жизни стальных конструкций является не только движением материи внутри технического цикла, но также вызывает взаимодействие с окружающей средой, преобразовывая ее. Кроме того, каждый строительный процесс – от добычи сырья до разборки и утилизации компонентов конструкций – не только нуждается в привлечении внешних истощаемых ресурсов, но и является источником отработанных материалов, выбросов и загрязнений.

На этапе строительства происходит разрушение естественной среды – срезание деревьев, снятие растительного покрова, нарушение естественных ареалов обитания насекомых, животных и птиц. Верхний слой растительного грунта при этом выбирается и должен быть передан муниципальным властям для использования в парках и садах, а нарушенный биоценоз – перенесен и восстановлен в других местах. Отходы и выбросы, которые вырабатываются при строительстве, имеют ту или иную степень загрязнения и должны быть собраны и переработаны в соответствующем порядке.

Этап обслуживания производит намного меньше отходов, в основном связанных с ремонтами несущей конструкции и оболочки, а также модернизацией и заменой элементов архитектурной среды и внутренних систем.

На этапе эксплуатации здания окружающая среда несет наиболее значительный урон, в основном связанный с необходимостью энергоснабжения, отопления и вентиляции здания. Кроме того, внутренняя функция здания, в зависимости от его на-

значения, в течение всей эксплуатации является источником бытовых и промышленных отходов.

Окончание жизненного цикла объекта строительства в случае реновации связано с утилизацией компонентов оболочки, несущих конструкций и систем обслуживания внутренней функции, которые подлежат замене. В случае полного демонтажа здания с последующим замещением некоторые элементы, например, фасадные стены, могут быть оставлены, минимизируя отходы и вмешательство в существующую архитектурную среду. В случае демонтажа здания в конце жизненного цикла без последующего строительства на его месте должен быть восстановлен естественный природный ландшафт.

Установление затрат, связанных с компенсацией ущерба, нанесенного на всех этапах жизни здания окружающей среде, требует комплексного подхода и является предметом актуальных научных исследований, например, [103].

Передовой современный уровень осознания рассматривает Землю в экономическом и экологическом аспекте как целостный организм, «космический корабль» [113]. Поиски сконцентрированы на учете все более всеобъемлющих факторов, таких как **планетарные ограничения** (*planetary boundaries*) – т.е. глобальные характеристики Земли, которые могут определить возможность существования человечества [116]. Строительство, как и любая человеческая активность, также осуществляется в рамках данных ограничений и должно их учитывать. Экономические и экологические критерии как главенствующие для оценки решений приводят к понятию необходимости **экономики замкнутого цикла** (*circular economy*) – регенеративной системы, в которой использование ресурсов, отходы, выбросы и необходимость во внешней энергии минимизированы путем применения замедленных, замкнутых и ограниченных цепочек движения материи и энергии. Это может быть получено в результате внедрения прогностического проектирования и планирования, долгосрочного использования, своевременных ремонтов, повторного применения, реутилизации, реконструкции и переработки создаваемых зданий и их компонентов [111].



Для случая реконструкции также актуальным является определение **социально-экономического эффекта**. Структура составляющих такого эффекта зависит, прежде всего, от функционального назначения здания. Различают **прямой и косвенный** социально-экономический эффект. Прямой наблюдается сразу же после воплощения проекта реконструкции либо же в процессе его реализации – вследствие увеличения площади, уменьшения эксплуатационных затрат, увеличения спроса на обновленную недвижимость и т.п. Косвенный **социально-экономический** эффект возникает в виде налоговых поступлений, дополнительных инвестиций, развития мощностей. С другой стороны, при реконструкции возможны потери, связанные с временной остановкой производства, отселением жителей или арендаторов, снижением комфорта в районе ведения строительства и другие. Показателями социально-экономического эффекта может быть повышение уровня занятости, обеспеченности населения, доступности и качества товаров и услуг, улучшение состояния окружающей среды и т.п. Отдельные показатели могут быть измерены и рассчитаны количественно, в других случаях используют экспертное или качественное оценивание. Изменение уровня жизни населения представляет собой рост доходов населения, рост платежеспособного спроса или же наоборот их уменьшение. Как правило, это связано с количеством рабочих мест, продуктивностью оборудования предприятий и другими факторами [71]. Улучшение качества и объема предоставляемых услуг и изменение цен на товары и услуги до реконструкции объекта и после нее являются прямыми показателями инвестиционного проекта, которые можно принимать во внимание, принимая решение о его реализации [90].

Реконструкция, капитальный ремонт и другие улучшения здания должны повышать безопасность людей в нем и условия их труда, жизнедеятельности, микроклимат и эргономику, что приводит к улучшению здоровья, уменьшению заболеваемости, травматизма и т.п. Это же частично достигается и для людей, пребывающих в здании временно или рядом с ним.

Экономический эффект для данного компонента может быть посчитан как экономия затрат, связанных с уменьшением вероятности негативных случаев и снижением убытков для предприятия и государства в целом, в связи с возмещением трудоспособности, отчислениями на компенсацию потерь и **недополученного ВВП**.

Улучшение условий жизнедеятельности, логистики, безопасности и т. п. вследствие реконструкции зданий приводит к повышению статусности территории, увеличению капитализации местного бизнеса, стоимости недвижимости, ее привлекательности для аренды либо покупки, сокращению производственных затрат и т. д.

Обновление внешнего вида и модернизация внутреннего оснащения здания при реконструкции также повышают благосостояние населения во всех сферах.

Транспортная доступность ведет к прямому положительному экономическому эффекту, снижая финансовые, временные затраты населения и повышая производимый ВВП.

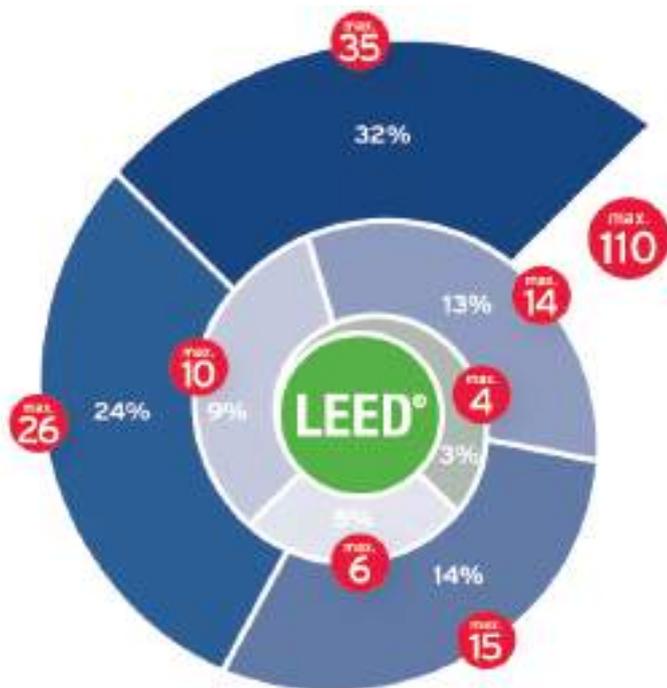
На основе обозначенных выше параметров может быть рассчитана эффективность жизненного цикла здания, которую представляют чаще всего в форме чистой прибыли, приведенной к моменту инвестирования. [106, 108]. При этом в качестве расчетного термина выбирается прогнозируемый срок эксплуатации здания, как инвестиционный цикл, принимаемый обычно 30..50 или более лет.

В качестве не экономических интегральных критериев соответствия некоторым уровням качества в последнее время также применяются специальные **системы сертификации зданий**. Основная цель таких сертификаций – оценивание повышения энергоэффективности и экологичности проекта.

Среди множества современных сертификаций систем наиболее популярными можно назвать, прежде всего, **LEED и BREEAM** (рис. 2.7.18, 2.7.19). Система **LEED** – «лидерство в энергоэффективном и экологическом

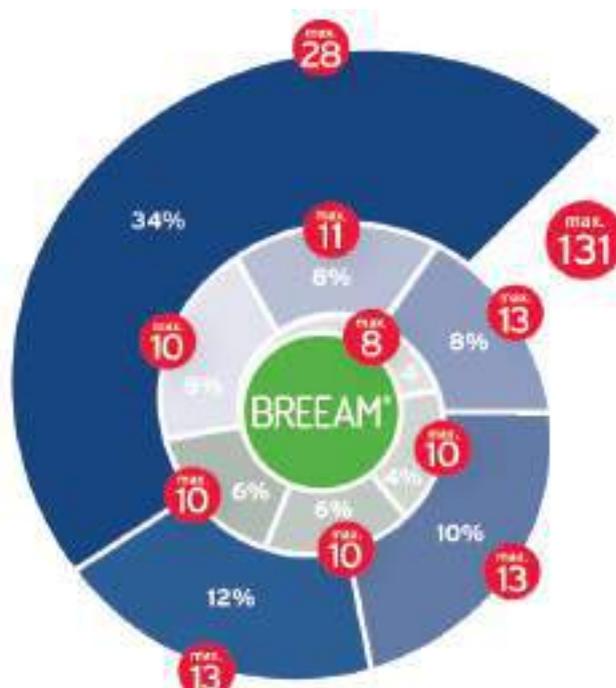
проектировании» – комплексная балльная оценочная программа, разработанная USGBC (Американским советом по зеленым зданиям). Баллы начисляются проекту в результате независимой экспертизы по каждому пункту из 100-балльной шкалы, +10

бонусных баллов. Согласно количеству полученных баллов, проекту присваивается один из сертификатов – базовый (40-49), серебряный (50-59), золотой (60-79) или платиновый (80+).



- Энергия и атмосфера
- Экологичность прилегающей территории
- Климат внутри помещения
- Материалы и ресурсная база
- Эффективное использование воды
- Иновации в проектировании
- Региональные приоритеты
- Общее доступное количество баллов

Рис. 2.7.18 – Системы оценивания в сертификации зданий LEED



- Энергия (ENE)
- Здоровье и самочувствие (HEA)
- Материалы (MAT)
- Транспорт (TRA)
- Загрязнение (POL)
- Управление (MAN)
- Использование земли и экология (LE)
- Иновации (LE)
- Вода (WAT)
- Отходы (WST)
- Баллы до суммирования % после суммирования

Рис. 2.7.19 – Системы оценивания в сертификации зданий BREEAM

BREEAM (методика экологического обследования и оценки зданий Британского научно-исследовательского института) – система сертификации для сравнения характеристик эффективности здания, которые, как правило, превышают требования национальных стандартов. Данная система оценивает всю концепцию проектирования и строительства по 9 главным категориям, каждая из которых обладает множеством критериев. По результатам суммирования составляется общая оценка уровня: проходной (≥ 30), хороший (≥ 45), очень хороший (≥ 55), отличный (≥ 70), превосходный (≥ 85).

Несмотря на добровольный характер применения, системы сертификации зданий приобрели широкую популярность,

став весомой составляющей формирования спроса на недвижимость, воплощением комфорта, низких эксплуатационных затрат и устойчивого развития города, государства и цивилизации в целом (см. выше рис. 2.7.17).

В 2017 году в Украине был принят Закон об энергоэффективности зданий. Данный закон определяет **здание** как разновидность наземной постройки, связанной фундаментом с землей (грунтом), состоящий из несущих и ограждающих соединенных (несущее-ограждающих) конструкций, образующих помещения, и из инженерных систем, в которой используется энергия с целью создания надлежащих условий проживания и/или жизнедеятельности лю-

дей. Для каждого здания внедряется класс энергетической эффективности (А, В, С, D, E) – расчетный уровень энергетической эффективности здания или его обособленных частей, определяемый по значениям показателей энергетической эффективности, устанавливаемых в соответствии с требованиями законодательства с учетом гармонизированных стандартов Европейского Союза в сфере энергетической эффективности зданий. Сертификация зданий при реконструкции, капитальном ремонте является обязательной для классов ответственности СС2 и СС3 [59].

Обозначенное направление развития анализа и критериев выбора конструктив-

ной формы приводит к идее так называемых «зеленых», интеллектуальных домов, в которых все конструкции и оснащение будут выбраны и управляемы, исходя из концепции устойчивого развития.

Сведенные критерии и принципы выбора конструктивной и архитектурной форм при реконструкции зданий приведены в *табл. 2.7.4.*

Таблица 2.7.4

Критерии и принципы выбора конструктивной и архитектурной форм при реконструкции зданий

Критерий	Обеспечивающие принципы
Функциональность	<ul style="list-style-type: none"> • функционального соответствия
Конструктивная надежность	<ul style="list-style-type: none"> • передачи усилий кратчайшим путем • неразрывности передачи усилий • концентрации материала • равнопрочность и тонкостенность
Технологичность	<ul style="list-style-type: none"> • максимальной технологичности • мобильности
Живучесть	<ul style="list-style-type: none"> • единичной живучести
Огнестойкость	<ul style="list-style-type: none"> • равномерной огнестойкости
Эстетичность	<ul style="list-style-type: none"> • интеграции в архитектурную среду • сохраняемости существующей формы
Энергоинформационная безопасность	<ul style="list-style-type: none"> • энергоинформационной гармоничности
Адаптивность	<ul style="list-style-type: none"> • учета будущих расширений и пристроек • адаптивного переиспользования зданий • гибкости планировок
Экологичность	<ul style="list-style-type: none"> • минимизации привлечения ресурсов • минимизации выбросов • баланса озеленения
Экономичность	<ul style="list-style-type: none"> • минимальной энергоемкости • минимизации стоимости жизненного цикла • максимального социально-экономического эффекта

Методы и средства выбора формы. На основе всех вышеизложенных критериев по определенному обобщенному критерию качества из всех возможных альтернатив должна быть выбрана лучшая, **оптимальная** форма.

Выбор осуществляется несколькими путями – **анализом вариантов**, когда проектировщик или рабочая группа последовательно перебирает возможные решения конструкции, или с помощью **численных методов оптимизации**, которая выполняется с привлечением компьютерных средств [12, 105].

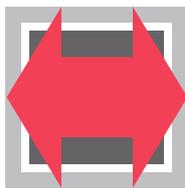
При анализе вариантов в реконструкции должны быть достаточно детально рассмотрены, в основном, 4..6 или более альтернативных решений, которые имеют кардинальные различия в конструктивных, технологических и иных свойствах, но одинаково удовлетворяют требованиям и ограничениям выдвигаемых критериев. Одним из альтернативных вариантов, как правило, рассматривается снос и замещение здания новым либо его перемещение, подъем, охватывание и т. д. (см. разд. 5).

Современное направление развития строительной отрасли движется к объединенной парадигме архитектурной и конструктивной формы – **алгоритмической, параметрической архитектуре**. В последние десятилетия моделирование зданий подошло к применению цифровых технологий, связывающих проектирование и изготовление с помощью **CAD** (computer aided design) и **CAM** (computer aided manufacturing) систем. Это, в свою очередь, привело к возможности построения **BIM** (building informational model) моделей, в которых несущая конструкция, внешняя архитектурная оболочка и функциональные системы неразрывны между собой. Такие технологии позволяют организовать единое рабочее пространство для всех специалистов различных направлений про-

ектирования, а также избежать конфликтов между подсистемами здания. Кроме того, высокая точность BIM моделей и учет в них технологических требований изготовления дает возможность получать новые конструктивные и архитектурные формы [11].

Логическим следующим шагом развития стальных конструкций является создание систем **одностадийного оптимального проектирования**. В них очертания архитектурной оболочки, как характеристики внутреннего каркаса и здания в целом, являются следствием алгоритмического оптимизационного расчета с учетом множества параметров [4]. Такими параметрами логично являются компоненты полной жизни здания (см. рис. 2.7.17). Также принимаются во внимание архитектурные, конструктивные характеристики и функциональность здания: эргономичность внутренней планировки; затеняемость другими зданиями и, наоборот, влияние здания на освещение других; инсоляция и аэрация внутренних помещений; аэродинамика внешней формы и т. д. В критерии целевой функции включают и макроэкономические, градостроительные компоненты. Думается, что в недалеком будущем выбор архитектурной и конструктивной формы станет единым результатом алгоритмических оптимизационных расчетов с учетом моделирования жизненного цикла и полной жизни зданий, будущих переоснащений и реконструкций [13].

Лучшие образцы нашего проектирования признаются таковыми, поскольку несут отпечаток или прообраз истинной первоприроды. Мы не можем полностью копировать Природу, потому что наши запросы к функции и наши намерения пока что далеки от ее комплексного совершенства. Но стремление и осознанный путь к этому и является становлением человечества как созидающего творца.



ТИПОЛОГИЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ АРХИТЕКТУРНОЙ И КОНСТРУКТИВНОЙ ФОРМ В ИХ ПРЕДЕЛАХ

Заменить несущие балки и колонны, не меняя кровлю и стены
*25 стратагема династии Шанг,
Китай, 16 в. до Рождества Христова*

В пределах формы изменяются стены, колонны, перекрытия и покрытие здания без выхода наружу строительного объема.

3.1 УСИЛЕНИЕ СТЕН И КОЛОНН

Усиление стен и колонн осуществляется с целью:

- укрепления при установленном неудовлетворительном техническом состоянии;
- увеличения несущей способности при росте вертикальных нагрузок или расчётной длины;
- фиксации состояния для сохранения на этапах ведения работ или консервации;
- упрочнения для возможных последующих пристроек, увеличения пролетов и т. д.

Существуют следующие **средства усиления стен и колонн с помощью металлических конструкций**:

- увеличение сечения путем установки дополнительных элементов;
- врезные и приставные стойки и колонны;
- отдельные дублирующие каркасы поддержания и раскрепления стен;
- связевые системы и тяжи.

При усилении стен и колонн в первую очередь нужно обеспечить надёжную совместную работу элементов усиления и усиливаемой конструкции, а также учесть физическую выполнимость работ.

Увеличение сечения стен, простенков и колонн достигается обустройством металлических обойм и полуобойм, рубашек и накладок.

Обоймы выполняются для **бетонных и кирпичных стен и колонн, а также для деревянных стоек.** Вертикальные элементы обойм – это, в основном, равнополочные стальные уголки, горизонтально соединённые планками (*рис. 3.1.1*) сплошными листами либо, реже – прокатными элементами (*рис. 3.1.3 п. Б*). Обоймы с планками применяются, если кладка или бетон в удовлетворительном состоянии, а сплошные листовые обоймы – при сильных повреждениях. Пространство между вертикальными элементами усиления, планками, листами и основной стеной или колонной должно быть обязательно тщательно заполнено цементно-песчаным раствором. В стесненных условиях доступа к стене или колонне, при задачах стягивания участков стен, невозможности врезки и т. п. обустраивают также полуобоймы (*рис. 3.1.1*).

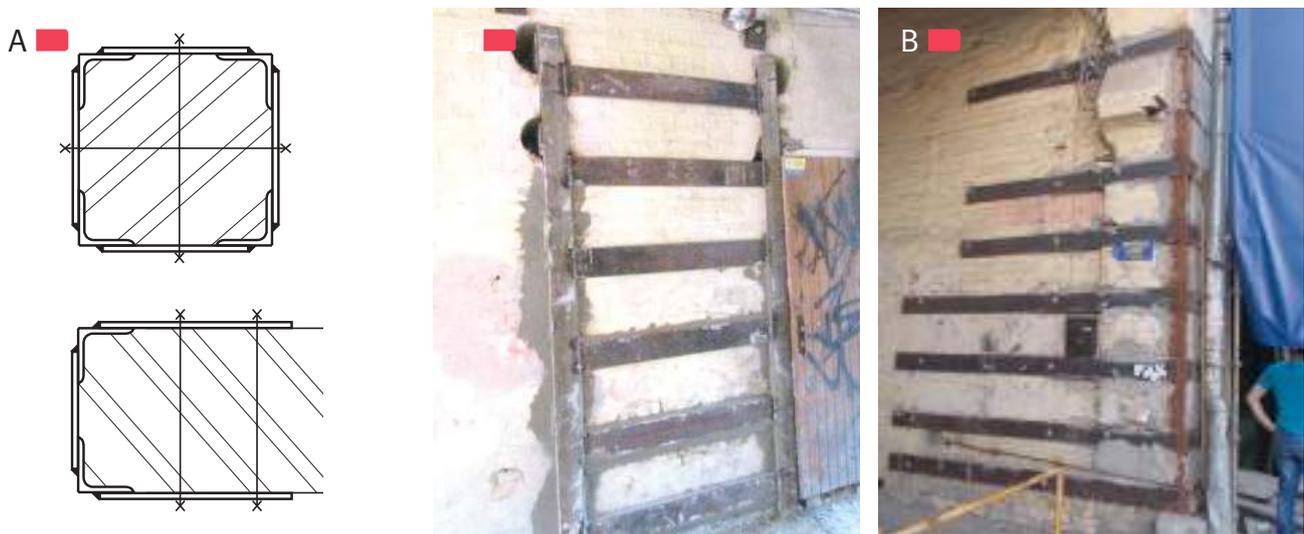


Рис. 3.1.1 – А – схемы усиления участков кирпичных стен стальными врезными обоймами и полубоймами; Б, В – примеры



Рис. 3.1.2 – Усиление железобетонных колонн стальными рубашками: А – схема с парными швеллерами; Б – в процессе выполнения из уголков со стягиванием струбцинами

Обоймы предотвращают образование трещин и увеличивают рабочее сечение элементов, работая с ними совместно, а иногда и полностью их дублируя. Также обоймы используют для создания опорных зон с целью передачи нагрузки от других элементов на колонны [93].

Включение в работу стальных элементов обойм и рубашек можно осуществить разными способами – в частности, стягиванием шпильками (рис. 3.1.1 п. А), посадкой элементов на специальные растворы, расширяющиеся при твердении. Стягивающие шпильки дополнительно раскрепляют боковые планки или листы от потери местной устойчивости. Для включения в работу так-

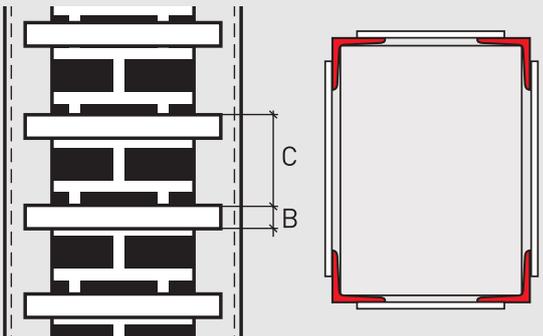
же используют предварительный односторонний нагрев планок горелкой с последующим привариванием в нагретом состоянии, поскольку при охлаждении планки сокращаются и создают усилие обжатия. Перед установкой планок или листов вертикальные элементы для фиксации и плотности прилегания стягивают струбцинами (рис. 3.1.2 п. Б). Кроме того, следует организовать опорные зоны обойм на нижерасположенные элементы перекрытия или стен, и обеспечить безопасную трансляцию усилий далее непосредственно на фундаменты.

Обоймы имеют архитектурное преимущество – они лишь незначительно увеличивают габариты основных конструкций. После

выполнения их штукатурят по сетке или обшивают гипсокартонными листами согласно архитектурным решениям конечной отделки. Также обои можно оставить в интерьере и экстерьере как элемент дизайна (рис. 3.1.3), но это может повлечь необходимость их огнезащиты.

Таблица 3.1.1

Ориентировочные сечения обойм на планках из стали С255 при усилении кирпичных и бетонных простенков 510*510 мм



Вертикальные усилия в простенке, тонн	Уголки, мм	Планки В*т, мм	Шаг планок, С, мм
50	75*6	80*6	450
75	90*6	100*8	350
100	90*8	100*10	350
125	100*10	120*10	250
150	100*12	120*10	250
175	125*12	140*10	250
200	140*12	140*10	200

В табл. 3.1.1 приведены ориентировочные сечения обойм из уголков на планках при усилении простенков 510*510 мм с разными усилиями, которые в них действуют. В расчётах был принят центральный сжа-

тый консольный простенок высотой 4 м при удовлетворительном состоянии кладки или бетона. Уголки – равнополочные, согласно ДСТУ 8509-93 [47]. Длинные планки должны быть раскреплены из плоскости шпильками.



Рис. 3.1.3 – Оформление усиления колонн обоймами: А – на планках в интерьере ресторана; Б – в открытом паркинге с решеткой из уголков и связями из швеллеров

Усилить существующие **металлические колонны увеличением сечения** можно путем приваривания к ним стальных пластин и профильных элементов (рис. 3.1.4 п. А). При этом необходимо учитывать параметры и состояние основного металла: его расчётное сопротивление, толщину, химический состав, ударную вязкость, свариваемость, геометрию, наличие дефектов, повреждений

и т. д. Приваренные снаружи сечения листы минимально увеличивают его размеры, в то время как профильные элементы могут повлиять на конечные габариты в интерьере. Также для увеличения несущей способности пустотелые сечения можно забетонировать с обеспечением совместной работы элементов, как сталебетонных или сталежелезобетонных (рис. 3.1.4 п. Б).

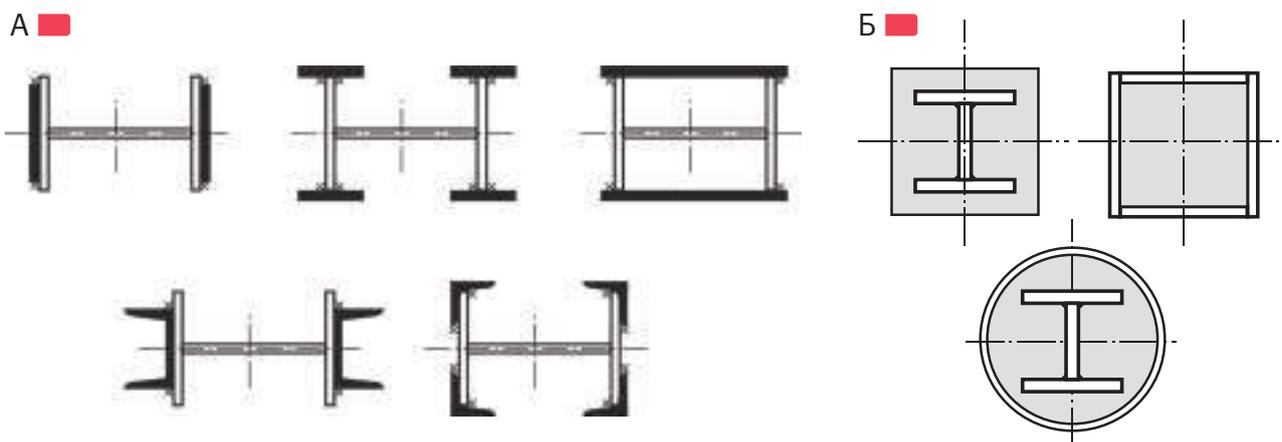


Рис. 3.1.4 – Усиление металлических двутавровых колонн путем увеличения сечения: А – приваривание стальных элементов; Б – обетонирование и заполнение бетоном

Из-за сложности разгрузки колонн их усиление обычно осуществляется под нагрузкой, что в основном и определяет выбор способа и средств усиления. При выборе способа усиления нужно учитывать также условия, усложняющие проведение работ, такие как обустройство строительных лесов для приваривания элементов усиления и разборку стенового ограждения при усилении колонн, примыкающих к ограждающей оболочке здания.

Сечение деревянных стоек и колонн, помимо устройства стальных обойм, также усиливают путем установки стальных накладок и полос. В частных случаях, например, при локальном ремонте кладки, стальные накладки и полосы применяют для стягивания небольших трещин и предотвращения их последующего раскрытия.

Архитектурная выразительность при усилении увеличением сечения достигается за счет прозрачности работы металлических обойм, компактности и утилитарности получаемых сечений.

Врезные и приставные колонны, отдельные каркасы, а также связевые системы и

тяги являются усилениями конструкций путем **изменения расчётной схемы**.

Врезные колонны и стойки вводят в кирпичные и бетонные стены для получения новых локальных зон опирания перекрытий или других элементов; для усиления нагруженных участков и обеспечения трансляции усилий от вышерасположенных конструкций. Стойки врезают в штрабы в кладке, а колонны выполняют с обхватом существующей кладки, подобно обоям (рис. 3.1.1 п. Б). Такие стойки могут быть с коробчатым (замкнутым) сечением либо из швеллеров, а если охватывают значительные участки кирпичных стен, то из уголков на планках. В кладке стойки закрепляют стальными шпильками, анкерами, арматурными выпусками или замонтичивают их в ней.

Врезные стойки – это максимально скрытые элементы, применяющиеся при реконструкции с реставрацией или при других видах переобустройства здания, когда существуют высокие требования по сохранению изначального архитектурного вида и габаритов конструкций.



Приставные колонны и стойки (рис. 3.1.5 п. Б) применяют к стенам, если обустройство обойм связано со значительными затруднениями, например, при одностороннем доступе, а врезные стойки не обеспечивают достаточного усиления и восприятия нагрузок. При этом нужно обеспечить прикрепление стен по всей длине стоек, что обеспечивает как совместную работу, так и раскрепление стоек от потери устойчивости. Для приставных колонн нужно обращать особенное внимание на необходимость оборудования отдельных фундаментов, опор или расширения, усиления существующих. Приставные колонны устраивают из прямоугольных или квадратных замкнутых профилей, сварных составных сечений или швеллеров.

Приставные колонны могут быть отделаны или оставлены в интерьере без отделки, развивая контуры стен в виде пилястров и при этом минимально занимая полезную площадь помещений.

Дублирующие каркасы (рис. 3.1.6) для стен вводят в их плоскости или рядом для поддержания и раскрепления существующей кладки на временных этапах ведения работ, при консервации, а также для фикса-

ции существующего состояния конструкций и при росте нагрузок.

Следует помнить, что дублирующие каркасы нуждаются в независимых фундаментах, которые часто оборудуют из буронабивных, буроналивных или вдавливаемых свай. Каркасы должны обладать достаточной пространственной жесткостью и принимать все нагрузки от конструкций, к которым они подводятся, в том числе обеспечивая устойчивость при аварийных и непредсказуемых силовых воздействиях. Кроме того, сами дублирующие каркасы обычно имеют значительную высоту. Поэтому для них применяют стальные сварные двутавровые и коробчатые сечения, состоящие из листов или прокатных элементов, фермовые конструкции из замкнутых профилей, а для постоянных каркасов – также сталебетонные и сталежелезобетонные, обетонированные сечения. Основное здание присоединяется к дублирующим каркасам хомутами, химическими, механическими анкерами и обжимными элементами в местах, где это конструктивно безопасно.

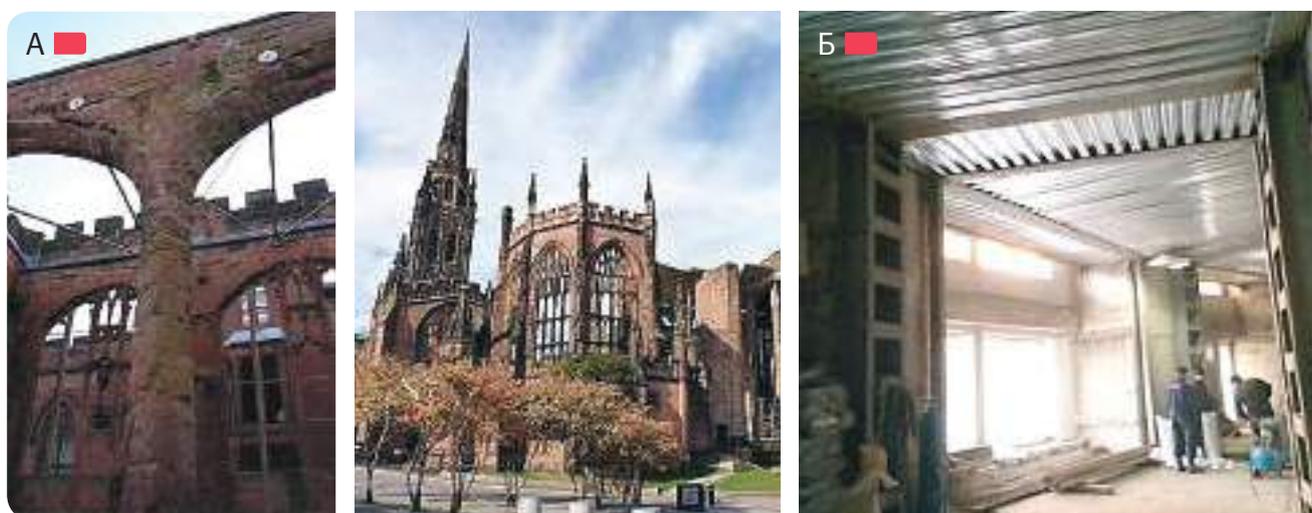


Рис. 3.1.5 – А – стальные элементы раскрепления для удержания руин Coventry Cathedral, Великобритания; Б – приставные колонны для устройства антресольных этажей с плитами пониженной высоты по профнастилу

Обычно каркасы вводят со стороны фасада, т. к. это технологически проще и меньше сказывается на изменении внутреннего пространства, хотя и значительно влияет на внешний вид здания. Внутренние

дублирующие каркасы усложняют проведение работ и уменьшают функциональное пространство, но позволяют сохранить неизменность внешнего вида реконструируемого здания. Если дублирующие каркасы



Рис. 3.1.6 – А – укрепление кирпичных стен временным внешним металлокаркасом при реконструкции ЦУМа, г. Киев, 2014 г.;

Б – внешний пристроенный противосейсмический каркас многоэтажного паркинга в г. Berkeley, США

являются постоянными, а не временными, то их стараются интегрировать в экстерьер здания и в городскую среду, стилизуя под оригинальные фасады или окружающую застройку, а также закрыть зелеными насаждениями (рис. 3.1.6 п. Б).

Связевые системы (рис. 3.1.5 п. А, 3.1.7) при усилении стен являются, по сути, пространственными обоями или каркасами. Они охватывают значительные площади стен или здание в целом и обеспечивают их усиление и перераспределение напряжений. Крепление связевых систем к стенам производится сквозными шпильками или химическими и разжимными анкерами.

Для колонн вводят одиночные связи, уменьшая их расчётные длины и деформативность каркаса в целом, или вуты, добавляющие колоннам рамности. Важно помнить о том, что для связевых систем нужно всегда обеспечивать надёжность и центрирование крепления к усиливаемым конструкциям. Включение связевых систем в работу достигается, как правило, специальными узлами и поддомкрачиванием. Сечения связевых систем выбирают из швеллеров, уголков или замкнутых профилей.

Установка связей для усиления колонн (рис. 3.1.3 п. Б) усложняет обустройство проходов и уменьшает полезные габариты помещения, поэтому их, по возможности, размещают в глухих или фасадных стенах без дверных проемов (рис. 3.1.7). Другим

вариантом является применение разнесённых, порталных либо ромбических связей, позволяющих обустройство необходимых проходов (рис. 3.1.9 п. Д). Применение связей из канатов или круглой стали позволяет визуально облегчить внешний вид усиления, но требует предварительного напряжения элементов (рис. 3.1.9 п. Г).

Системы тяжей (рис. 3.1.8) применяют для пространственного скрепления стен зданий с простой в плане, квадратной или прямоугольной формой и с относительно небольшими линейными размерами – обычно, до 50 м. Тяжи могут быть изготовлены как стержни из арматуры или стального проката круглого сечения, а также в виде швеллеров или листов. Особое внимание обращают на надёжность прилегания систем тяжей в углах здания, где для этого устраивают металлические уголки. Также должно быть обеспечено отсутствие провисания тяжей вдоль стен, что достигается стягиванием тяжей резьбовыми муфтами по длине и гайками на углах.

Как правило, системы тяжей используют в качестве быстрых мероприятий по укреплению зданий на короткий срок, до принятия решений по проведению основного усиления, и если доступ внутрь пространства здания отсутствует. Основным недостатком тяжей, как и континуальных связевых систем по стенам, является ухудшение внешнего вида зданий.

Размещение связей по колоннам в целом снижает возможность функционального использования пространства. Одним из возможных решений при совпадении плоскости обустройства связей с проходами или проемами является использование порталных и ромбических связей.



Рис. 3.1.7 – Усиление стальными континуальными связями: А – сборных железобетонных стен-диафрагм; Б – кирпичных стен



Рис. 3.1.8 – Усиление кирпичных стен стальными тяжами: А – промежуточные узлы, Б – стяжные муфты на углах

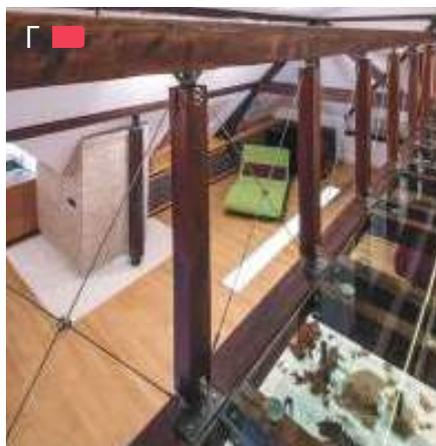
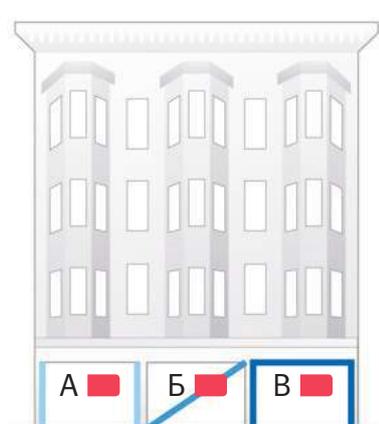


Рис. 3.1.9 – Схема усиления колонн первых этажей: А – приставные стойки; Б – установка связей; В – введение дублирующих стальных рам; Г – крестовые связи из круглой стали в интерьере при реновации здания 1930 г. в г. Бухаресте, Румыния, арх. бюро TECON; Д – связи по колоннам, разнесенные в нижних узлах с целью обустройства проходов

3.2 УСИЛЕНИЕ ПЕРЕКРЫТИЙ И ПОКРЫТИЙ

Усиление конструкций **перекрытий и покрытий** осуществляется для обеспечения следующих основных задач:

- укрепление конструкций при их неудовлетворительном техническом состоянии;
- увеличение несущей способности при росте нагрузок на перекрытия, установке нового оборудования, изменении функционального назначения и т. д.;
- обустройство в перекрытиях проемов, изменение условий опирания на вертикальные элементы;
- фиксация состояния здания для сохранения на этапах ведения работ или для консервации.

Средствами **усиления перекрытий с помощью металлических конструкций** являются:

- увеличение сечения существующих элементов;
- изменение их конструктивной схемы путем введения вариаций новых элементов для перераспределения усилий.

Выбор способа усиления элементов перекрытий и покрытий определяется условиями опирания элементов перекрытий или покрытий: по верхнему или нижнему поясу;

возможностью увеличения строительной высоты и наличием пространства для размещения элементов усиления; возможностью выполнения работ без остановки производства или во время технологических перерывов; технологическими возможностями изготовления и монтажа элементов усиления.

Увеличение сечений существующих **железобетонных** элементов перекрытий и покрытий – плит, балок, ферм – можно осуществить путем их охвата горизонтальными обоями из стальных листов или прокатных профилей, что позволяет увеличить жесткость и несущую способность.

Для **плит** покрытий и перекрытий применяются способы усиления с введением стальных элементов в существующие полости (рис. 3.2.1 п. А). В отдельных случаях, если позволяет строительная высота, железобетонные плиты подкрепляют подведением стальных элементов снизу. При этом совместная работа достигается по трению пропусканием и стягиванием шпилек через плиту насквозь через стыки (рис. 3.2.1 п. Б) или устройством анкеров в прорезанных полостях [92].

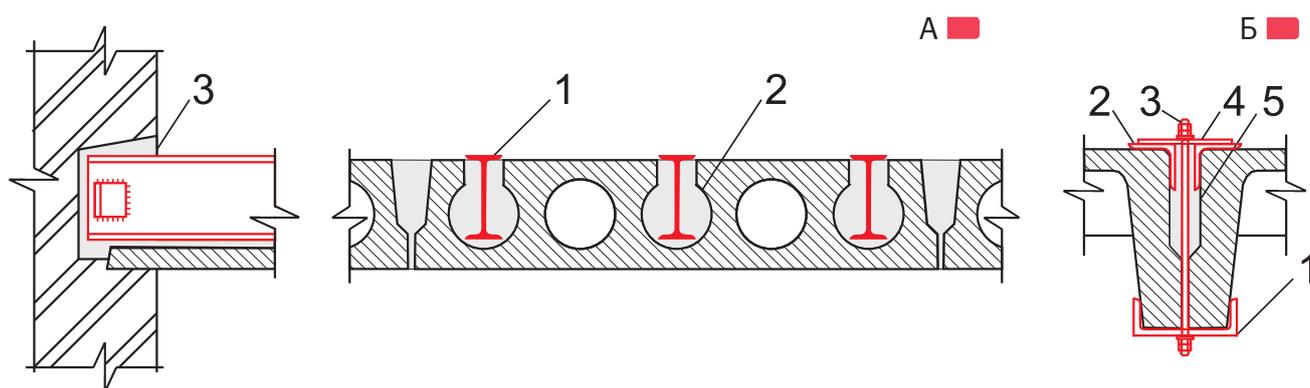


Рис. 3.2.1 – Увеличение сечения железобетонных плит. Для многопустотных: А – установкой в раскрытые пустоты стальных балок и последующим бетонированием: 1 – двутавр, вводимый в полость; 2 – заполнение раствором со щебневым отсеком; 3 – приваренный уголок для анкерования в опорной зоне. Для ребристых: Б – стальными швеллерами и полосами с совместной работой: 1 – швеллер; 2 – уголки; 3 – стяжная шпилька; 4 – пластина; 5 – заполнение раствором

Для железобетонных **балок и ферм** обеспечение совместной работы с элементами усиления также может быть достигнуто за счет обжатия и трения (рис. 3.2.2 п. А) либо стягиванием анкерами и шпильками (рис. 3.2.2 п. Б, рис 3.2.3 п. А, рис 3.2.4).

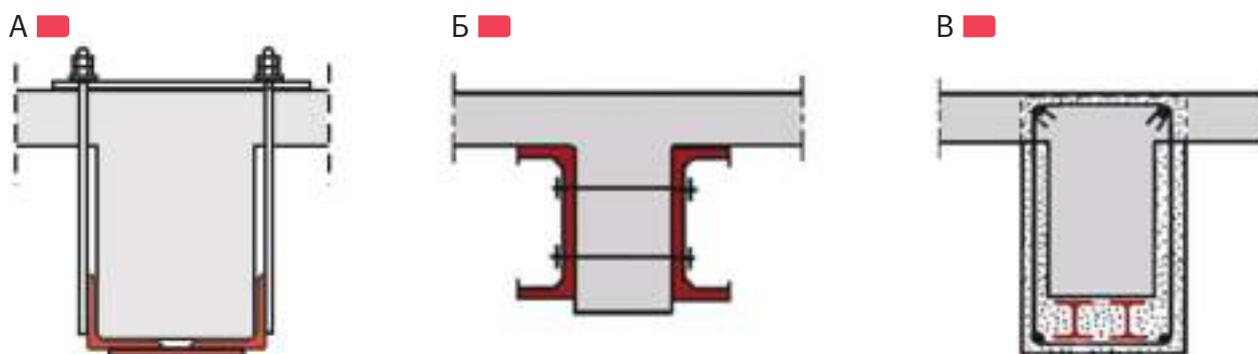


Рис. 3.2.2 – Схема усиления железобетонных балок увеличением сечения: А – с совместной работой за счет обжатия и трения; Б – накладными элементами со стягиванием шпильками; В – преобразованием элемента в сталежелезобетонный



Рис. 3.2.3 – Увеличение сечения железобетонных балок: А – внешними тяжами со стягиванием шпильками; Б – преобразованием элемента в сталежелезобетонный с присоединением к существующей арматуре в процессе выполнения работ

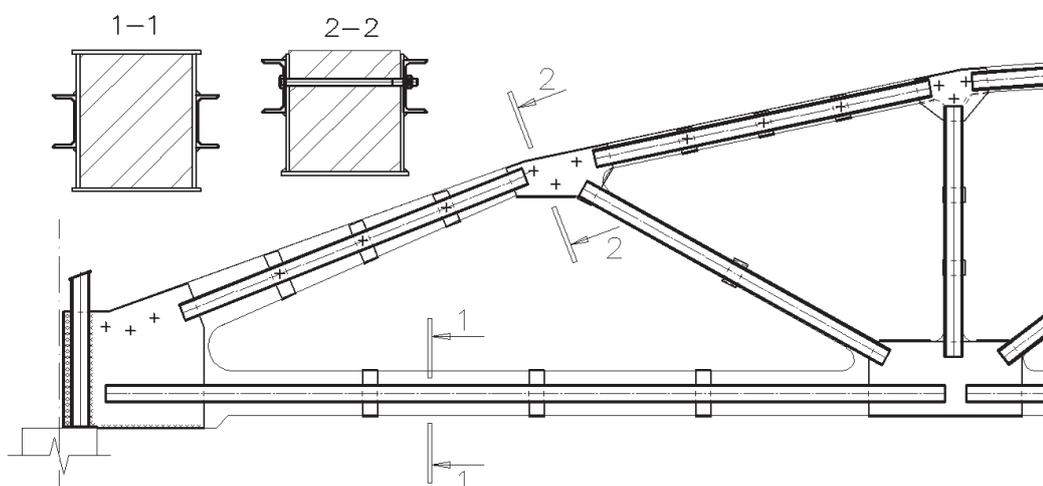


Рис. 3.2.4 – Схема усиления железобетонных сегментных ферм покрытий – увеличение сечения введением стальных швеллеров с листовым обхватом и пластин в узлах со стяжными шпильками

Другим путем является подваривание элементов усиления к существующей арматуре с последующим обетонированием, что преобразовывает элемент в сталежелезобетонный (рис. 3.2.2 п. В, рис. 3.2.3 п. Б).

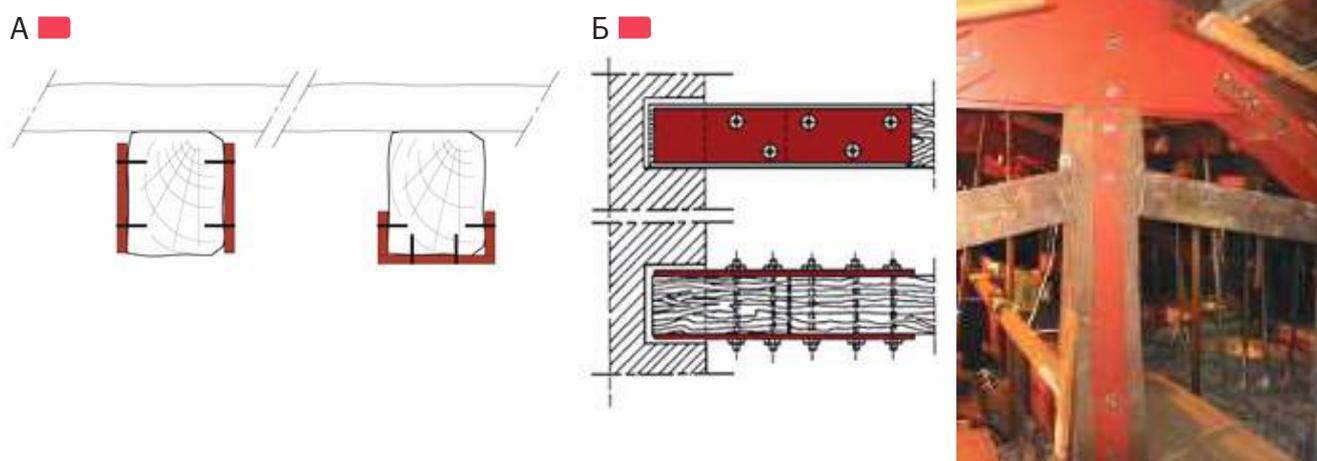


Рис. 3.2.5 – Усиление деревянных балок: А – полосами или швеллерами в пролете; Б – введение пластин в опорной зоне; В – усиление элементов и узлов деревянных ферм стальными накладками



Рис. 3.2.6 – Примеры увеличения сечения деревянных балок: А – в опорной зоне с последующим демонтажем существующего подкоса; Б – у оголовка колонны

Для **деревянных балок** или элементов **ферм** вводят стальные бандажы или накладки, присоединяемые шпильками, нагелями, шурупами, гвоздями и др. для обеспечения совместной работы (рис. 3.2.5). Увеличение сечения в опорной зоне с непосредственной трансляцией усилий на опоры позволяет впоследствии демонтировать лишние деревянные элементы (рис. 3.2.6).

Для **металлических конструкций** перекрытий увеличение сечений осуществляют установкой накладок на пояса или стенки **балок** (рис. 3.2.7 п. А), а для решетчатых **ферм** – добавлением приваренных профильных и листовых элементов к стержням.

В частности, для распространенных **ферм** из парных уголков наиболее целесообразно устройство элементов усиления из фасон-

ного проката – так же уголков, швеллеров (рис. 3.2.7 п. Б). Также для усиления можно использовать листовые элементы, стержни из круглой стали и т. п. Для элементов ферм замкнутого сечения применяются окаймляющие сечения большего габарита (рис. 3.2.7 п. В). Этот способ требует особого внимания к герметизации щелей и плавности передачи усилий на элемент усиления в местах обрыва для предотвращения концентрации напряжений и коррозии (рис. 3.2.8) [76].

Усиление узлов крепления стержней стропильных ферм из парных уголков осуществляют путем увеличения их фасонок (рис. 3.2.8 А). Для ферм из гнutosварных замкнутых профилей квадратного или прямоугольного сечения тип усиления узлов определяют в зависимости от результатов проверочных расчетов [78].

При необеспеченной местной устойчивости стенок пояса фермы устанавливают боковые пластины-накладки (рис. 3.2.8, п. Б). Если недостаточной является несущая способность полки пояса или местная устойчивость либо прочность элементов раскосов в зоне стыковки, то в узел вваривают листовые траверсы (рис. 3.2.8, п. В). Аналогично усиливают сварные швы, крепящие раскосы к поясу.

Увеличение сечений является трудоемким, но экономичным решением, которое максимально сохраняет абрисы конструкций и их габариты.

Изменение конструктивной схемы при усилении покрытий и перекрытий достигается

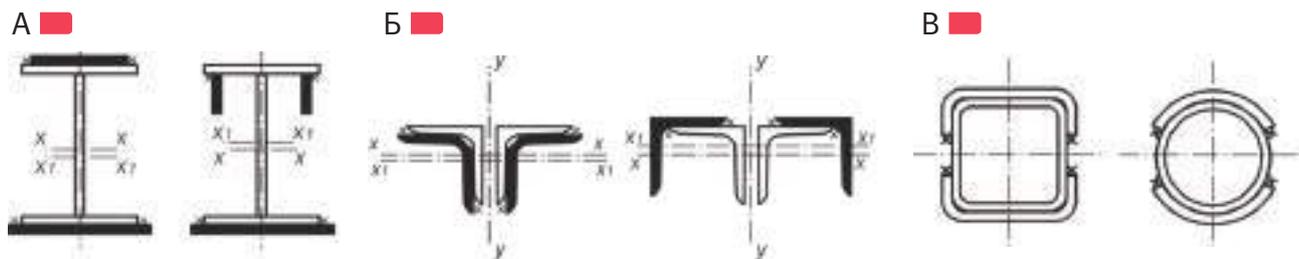


Рис. 3.2.7 – Усиление стальных элементов перекрытий: А – балок; Б – стержней ферм из парных уголков; В – стержней ферм из гнутосварных замкнутых профилей и труб

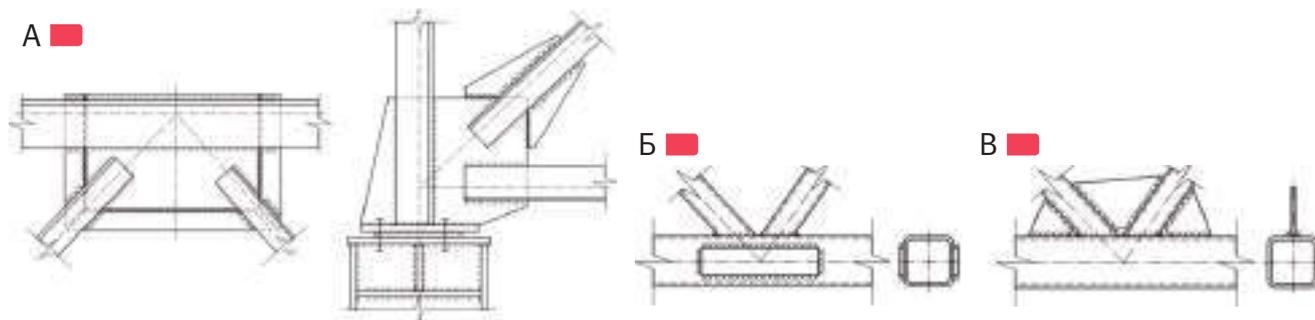


Рис. 3.2.8 – А – усиление узлов крепления стержней ферм из парных уголков; Б – усиление узлов крепления стержней ферм из гнутосварных замкнутых профилей

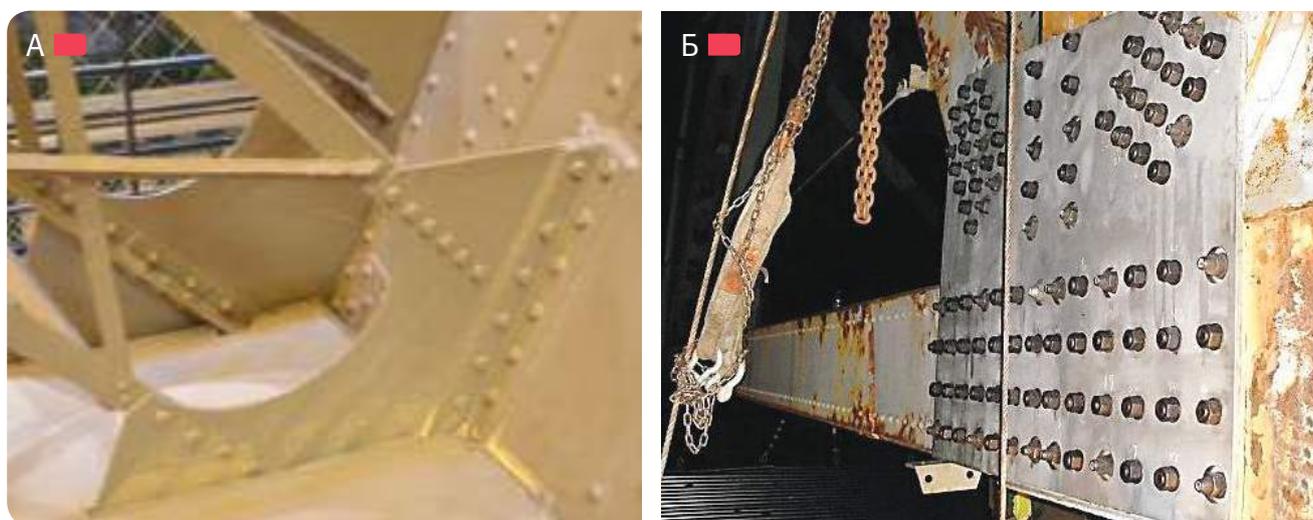


Рис. 3.2.9 – Примеры усиления узлов: А – стальных элементов Эйфелевой башни увеличением сечения накладками и обвариванием; Б – мостовых ферм листовыми фасонками на болтах

введением дополнительных элементов, которые перераспределяют усилия в самой системе, или установкой внешних дублирующих элементов. Они могут быть выполнены в виде связей, подкосов, дополнительных стоек, колонн или независимых каркасов, которые позволяют транслировать поток усилий на другие конструкции. Например, в фермах покрытий и перекрытий с целью изменения конструктивной схемы вводят дополнительные элементы к уже существующим – устанавливают стойки или раскосы, а в балках обеспечивают неразрезность в узлах (рис. 3.2.14 п. А, Б), шпренгели, подкосы к колоннам (рис. 3.2.14 п. В, Г, Д) и т. п.

Под кирпичные сводчатые перекрытия, как правило, подводят новые каркасы, которые опирают на существующие стены, пилоны либо обоймы, новые конструкции (рис. 3.2.10 п. А, Б). Другим вариантом усиления является подвешивание к дублирующим конструкциям перекрытий, обустроенным сверху (рис. 3.2.10 п. В). В последнем случае существующий кирпичный свод подкрепляют с помощью стальной сетки и притягивают на пропущенных сквозь него тяжах к новым балкам, которые могут быть обустроены без увеличения строительной высоты перекрытия благодаря вынимаемой засыпке.

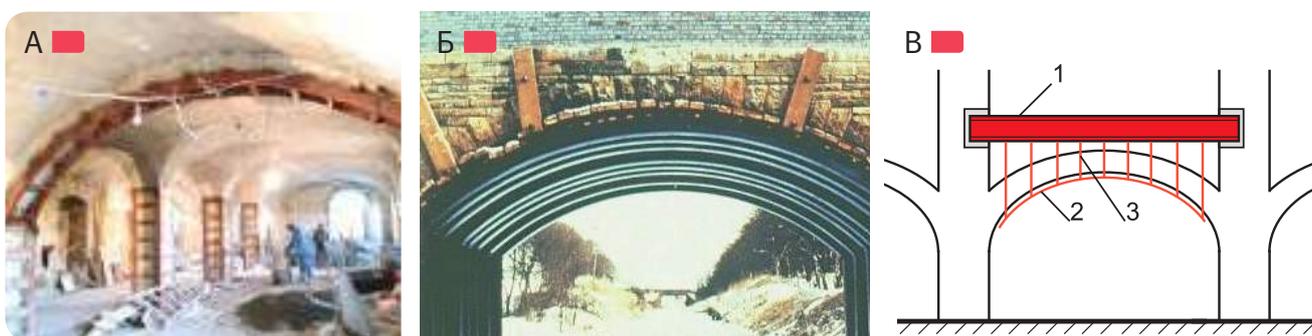


Рис. 3.2.10 – Усиление кирпичных сводчатых перекрытий: А – подведением стальных арочных элементов с трансляцией усилий на обоймы по колоннам здания 1795 г. на Контрактовой пл. в г. Киеве, 2015 г.; Б – подведение стальных арок при усилении моста в г. Airdrie, Шотландия; В – подвешивание свода к новым стальным балкам (1); 2 – сетка; 3 – тяжи

Подведение дублирующих металлических элементов под второстепенные конструкции – настилы, прогоны, своды – позволяет разгрузить главные конструкции без усиления, что особенно эффективно для железобетонных конструкций (рис. 3.2.11 п. А). Такое решение позволяет ввести новые конструкции в пре-

делах существующей строительной высоты, однако им необходимо обеспечить надежные зоны опирания рядом с существующими элементами. Подведение дублирующих металлических элементов под главные конструкции позволяет полностью перехватить усилия от всей системы перекрытия либо покрытия (рис.



Рис. 3.2.11 – Введение дублирующих стальных элементов для железобетонных перекрытий: А – плит многоэтажного здания в Нью-Джерси (США, 2014 г.) с промежуточными стальными прогонами; Б – балок спортивного зала путем подведения стальных рам в г. Канту, Италия, 1990 г.; В – введение блока горизонтальных связей при усилении после пожара, Дом Профсоюзов, Киев 2017 г.

3.2.11 п. Б). Металлические элементы при этом образуют независимые каркасы, которые имеют собственные зоны опирания на стены или колонны. Горизонтальные связевые блоки в железобетонных перекрытиях (рис. 3.2.11 п. В) позволяют раскрепить их из плоскости и повысить общую жесткость и устойчивость каркаса.

Для деревянных конструкций, кроме подведения дублирующих элементов под балки (рис. 3.2.12 п.п. А, Б) или настилы (рис. 3.2.13 п. А), возможно введение новых прогонов сверху в пространство, которое образуется вместо извлекаемой засыпки между существующими балками (рис. 3.2.12 п. В) [104].

В конструкциях опирания следует учитывать изменения условий нагрузки и их техническое состояние, при необходимости осуществляя усиление (рис. 3.2.13 п. Б). Если опирание невозможно обеспечить на существующие вертикальные конструкции, то вводятся собственные конструкции, которые транслируют усилия непосредственно на имеющиеся или на новые, самостоятельные фундаменты.

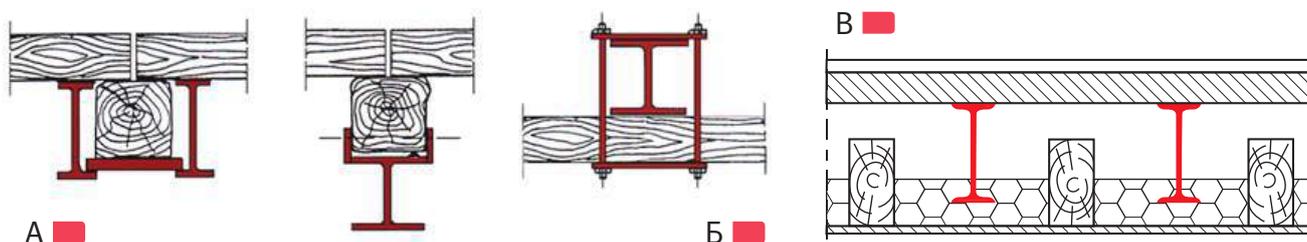


Рис. 3.2.12 – Усиление деревянных перекрытий изменением конструктивной схемы: А – балок – путем подведения стальных элементов; Б – настилов – подвешиванием к металлическим двутаврам снизу; В – обустройство независимого перекрытия между деревянными балками



Рис. 3.2.13 – А – подведение стальных швеллеров под деревянный дощатый настил по существующему перекрытию с установкой горизонтальных связей; Б – усиление узлов деревянных балок с обеспечением неразрезной работы

Без применения дублирующих систем изменение конструктивной схемы для балок осуществляют обустройством неразрезной схемы, постановкой стальных втулок, подкосов или шпренгелей (рис. 3.2.14 п. В, Г, Д; рис. 3.2.17) [76]. Также усиление стальных балок и ферм возможно за счет обеспечения композитной работы с бетоном (рис. 3.2.15, рис. 3.2.16).

Железобетонные фермы могут быть эффективно усилены с помощью изменения конструктивной схемы – путем установки шпренгельной системы в зоне нижнего пояса (рис. 3.2.18) [70].

Недостатком большинства вариантов усиления с изменением конструктивной схемы является значительное увеличение абрисов конструкций, а также уменьшение полезных

площадей и объема. В то же время это часто оказывается единственным и эффективным решением, поскольку позволяет осуществить работы в стесненных условиях, когда

конструкции уже находятся в эксплуатации и доступ к перекрытиям и покрытиям возможен только с одной стороны.

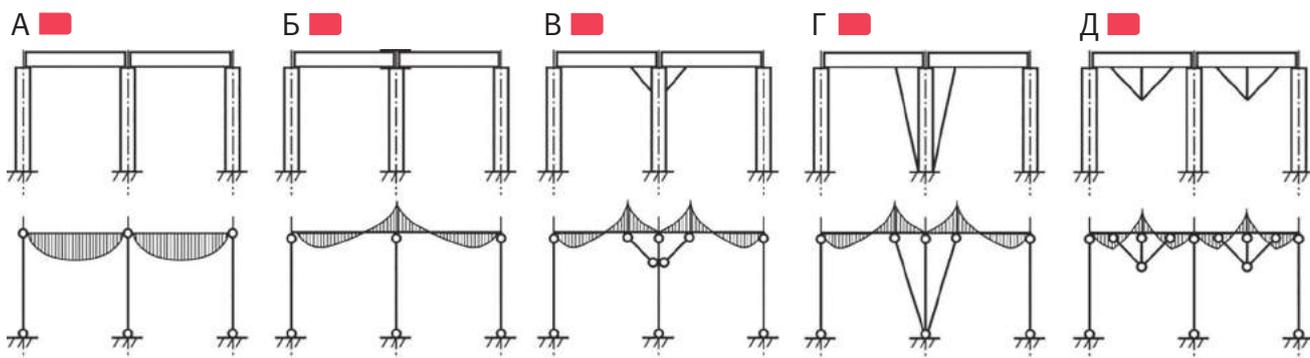


Рис. 3.2.14 – Усиление балок путем изменения конструктивной схемы и соответствующее перераспределение усилий: а – начальная схема; б – устройство неразрезной схемы; в – постановка втуток; г – установка подкосов; д – шпренгель

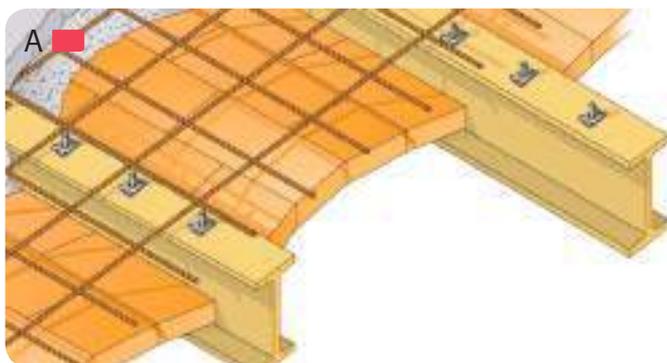


Рис. 3.2.15 – Усиление сталекирпичных перекрытий путем обеспечения совместной работы с монолитной плитой с постановкой анкерных упоров по верхним поясам балок

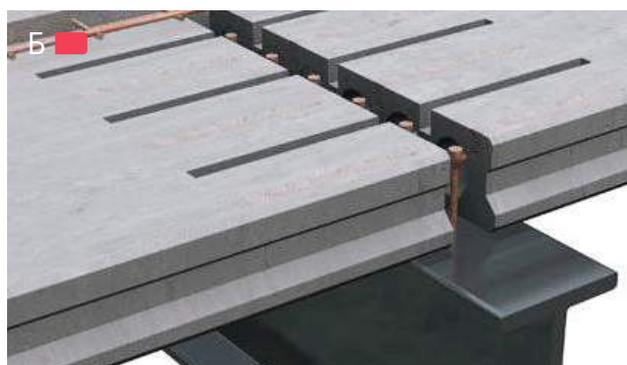
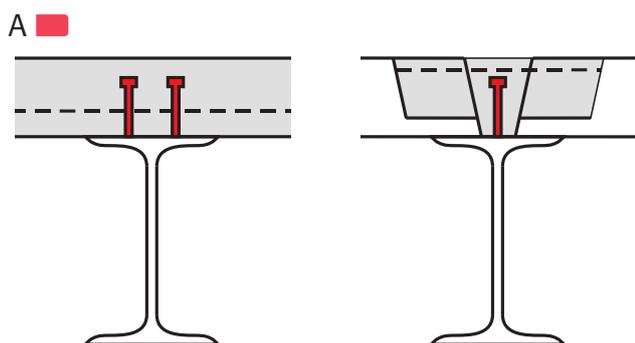


Рис. 3.2.16 – Усиление существующих стальных балок обеспечением совместной работы с помощью анкерных упоров с новыми – А, или с существующими – Б плитами

Особое внимание при способе усиления изменением конструктивной схемы следует обращать на включение конструкций в работу. Это достигается путем натяжения элементов шпильками, поджиманием домкратами

перед фиксацией опор, подклиниванием металлическими пластинами пространства между новой и усиливаемой конструкциями, а также применением саморасширяющихся строительных смесей.



Рис. 3.2.17 – А – усиление железобетонного ригеля с применением подкосов; Б – усиление стальной балки подвариваемым шпренгелем из уголков

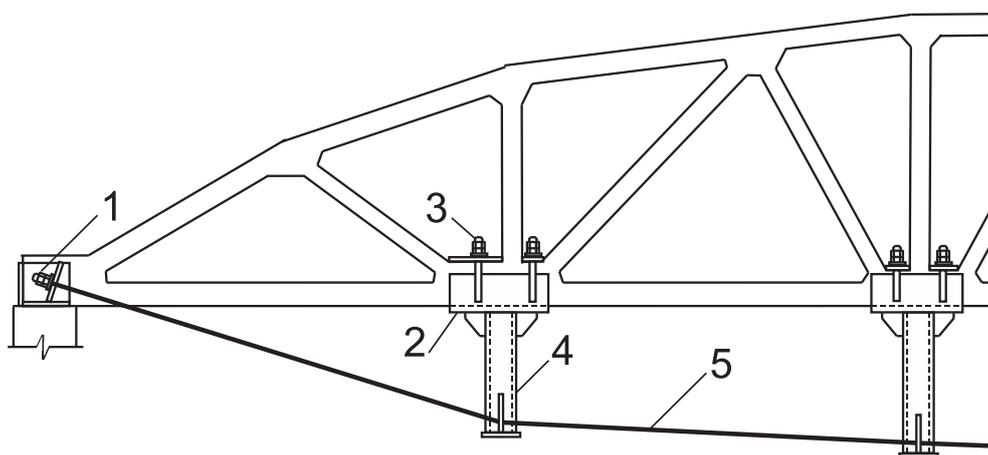


Рис. 3.2.18 – Схема усиления железобетонных ферм путем изменения конструктивной схемы с обустройством шпренгеля из стальных тяжей: 1 – упор для натяжения; 2 – швеллер; 3 – шпильки с пластинами в узле; 4 – трубчатый стояк с проушинами; 5 – тяж из круглой стали

3.3 ОБУСТРОЙСТВО И РАСШИРЕНИЕ ПРОЕМОВ В СЕНАХ И ПЕРЕКРЫТИЯХ

Обустройство и расширение проемов в стенах и перекрытиях осуществляется с целью:

- функционального объединения помещений при перепланировке и реконструкции;
- обеспечения пропускной способности проемов, в частности, при эвакуации;
- увеличения полезных площадей помещений;
- обеспечения естественного освещения внутреннего пространства;
- облегчения стен, уменьшения нагрузки от них на другие конструкции;
- выполнения архитектурных либо технологических требований.

Расширение существующих проемов в стенах может быть вертикальным и горизонтальным. Вертикальное расширение суще-

ствующих проемов осуществляют при переоборудовании оконных проемов в дверные, для увеличения высоты или изменения высотных отметок порогов. Такое расширение может проводиться без усиления, но следует помнить, что устройство нескольких проемов подряд увеличивает расчетную длину простенков из плоскости и может вызвать необходимость их усиления.

Обустройство технологических отверстий в стенах шириной до 0,5 м, как правило, не требует конструктивных мероприятий за счет арочного эффекта кладки. Значительное расширение существующих проемов и обустройство новых требует компенсирующих средств. Такими **средствами являются:**

- стальные внешние и врезные перемычки;
- сталекирпичные и сталебетонные ригели;
- врезные рамы замкнутого контура;
- горизонтальные окаймляющие рамки (для перекрытий).

Стальные внешние перемычки устраивают из прокатных швеллеров при затруднении врезки в стену, обычно для небольших проемов, при этом усилие от стены передается через шпильки, которыми стягивают элементы, а также через подваренные к ним нижние пластины. Пространство между пластинами и прорезанной поверхностью стены тщательно заполняют цементно-песчаным раствором по мере устройства и разборки участка стены в проеме. К моменту устройства нижних планок или листов раскрытые участки проема подкрепляют временными

стойками. Для пролетов шириной до 1,5 м также применимы внешние равнополочные уголки.

Внешние перемычки требуют обязательного наличия опорных элементов, которые устраивают из металлических приставных либо врезных стоек или полуобойм (рис. 3.3.2 п. А).

Внешние перемычки увеличивают верхний габарит стены, требуя дополнительных мероприятий по отделке, если их скрывают в интерьере, но при этом имеют наименьшую трудоемкость при устройстве дверных или оконных проемов до 1,0–1,2 м.

Врезные перемычки устраивают путем поочередного выбирания части кладки с каждой стороны стены и установки на цементно-песчаном растворе швеллеров или двутавров, которые стягивают между собой шпильками, а снизу доваривают пластины с заполнением раствором пространства за ними (рис. 3.3.1 п. А). Такие перемычки из прокатных элементов способны перекрывать проемы в основном до 1,4–2,4 м при обеспечении надежности и несущей способности опорных зон, которые принимают, согласно расчетам, не менее 15–30 см (рис. 3.3.2 п. Б).

При толщине стен 380 мм и более перемычки из парных швеллеров соединяют в нижней зоне планками, а при необходимости – сплошными листами, которые воспринимают часть вертикальной нагрузки и работают на изгиб.

В таблице 3.3.1. приведены ориентировочные сечения двойных швеллеров по ДСТУ 8240-89 [46] при устройстве перемычек с соединением планками в нижней зоне. Расчеты

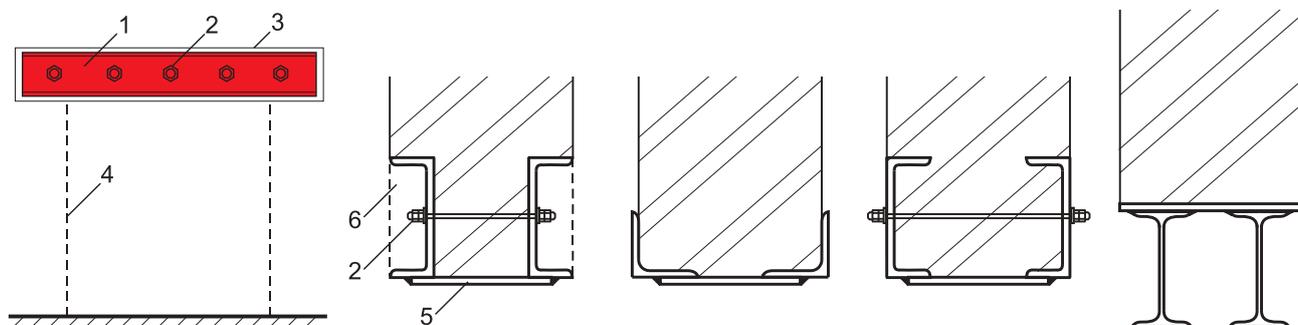


Рис. 3.3.1 – Схемы обустройства перемычек в существующих стенах: внешних – из уголков и двутавров, врезных – из швеллеров; 1 – перемычка из швеллеров; 2 – стяжные шпильки; 3 – штрабы в стене для установки; 4 – проем в стене, устраиваемый после подведения перемычек; 5 – соединительные планки на сварке; 6 – штукатурка по сетке

произведены для условной сплошной стены без отделки, воспринимающей перекрытия с двух сторон, с учетом арочного эффекта пролетом 6 м для офисных помещений, и приведены для предварительной оценки.



Рис. 3.3.2 – Обустройство: А – прохода в стене с помощью внешних перемычек из швеллеров с опиранием на полуобоймы; Б – оконного проема с помощью врезных перемычек с опиранием на кладку

Табл. 3.3.1

Ориентировочный номер двойных швеллеров при обустройстве перемычек с соединением планками в нижней зоне

Ширина проема, м.	Толщина стены, м				
	0,25	0,38	0,51	0,68	0,72
1	12	12	12	12	12
1,2	14	14	14	14	14
1,4	16	16	16	18	18
1,6	17	18	18	20	20
1,8	20	20	20	22	22
2	22	22	22	24	24
2,2	24	24	24	27	27
2,4	24	27	27	27	30

Стальные перемычки при обустройстве проемов можно скрыть закладыванием пространства кирпичами на растворе с последующим оштукатуриванием по сетке (рис. 3.3.1). Также металлические элементы могут быть полностью или частично оставлены в

интерьере, добавляя дополнительный акцент к образу реконструированного здания (рис. 3.3.3).

Сталекирпичные и сталебетонные ригели представляют собой горизонтальные стальные обоймы из прокатных и листовых



Рис. 3.3.3 – Врезные перемычки в интерьере: А – из двутавров с опиранием на существующие колонны промышленного здания при превращении его в The SculptureCenter’s, Кливленд, США 2001 г., проект M.Lin; Б – из швеллеров в историческом здании в г. Киеве, 2015 г.

элементов, врезаемые в существующие стены для дальнейшего обустройства или расширения в них проемов. Такие ригели зачастую образуют четырьмя прокатными уголками, которые поочередно вводят на растворе в предварительно вырезанные специальными дисковыми пилами штрабы. Уголки соединяют приваренными сплошными или периодическими листовыми элементами, которые стягивают шпильками через высверленные в массиве стены отверстия. При заведении прокатных уголков полкой в штрабы обязательно срезают угол проема под внутренний радиус закругления, а также наполняют проем раствором для плотности прилегания (рис. 3.3.4 п. А, рис. 3.3.5 п. А).

Поскольку для сталекирпичных и сталебетонных ригелей стараются обеспечить наибольшую высоту, врезка уголка верхнего пояса может быть затруднена. В таких случаях для верхнего пояса применяют внешние уголки, которые могут также служить опорными зонами плит перекрытия или вертикальных обойм и стоек (рис. 3.3.4 п. Б, рис. 3.3.5 п. Б).

В отдельных случаях при значительных нагрузках применяют решетчатые ригели, в которых элементы раскосов выполняют из одиночных уголков или швеллеров (рис. 3.3.4 п. В, рис. 3.3.5 п. В), либо применяют ортотропные ригели по типу аутригерных систем (рис. 3.3.5 п. Г).

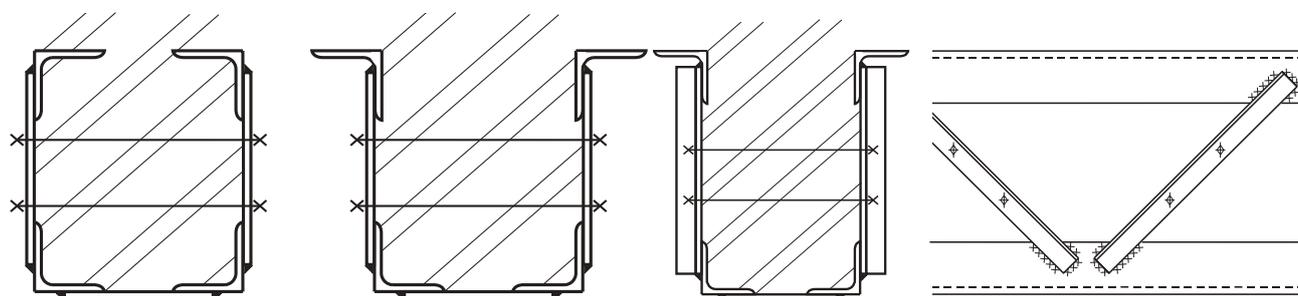


Рис. 3.3.4 – Схемы обустройства сталекирпичных и сталебетонных ригелей в существующих стенах: А – с врезными уголками; Б – с внешними уголками; В – решетчатого

Залистовое пространство в описанных выше ригелях должно быть обязательно тщательно заполнено раствором, что достигается проливкой его сверху или установкой

листов на облицованную готовую поверхность с минусовым зазором. Нижние пояса ригелей соединяют между собой планками либо листами, которые могут быть также

подкреплены прокатными профилями, для восприятия большей нагрузки и для жесткости. Верхние пояса также соединяют, пропуская планки, круглую сталь, или – если позволяет габарит до перекрытия – двутавры и швеллеры. Профильные элементы в таком случае, кроме того, что раскрепляют верх-

ние пояса, выступают траверсами, которые воспринимают приходящую сверху нагрузку и передают на ригель.



Рис. 3.3.5 – Примеры обустройства ригелей: А – сталекирпичного с внутренними уголками; Б – сталебетонного с верхними внешними уголками; В – решетчатого; Г – ортотропного (см. также рис. 4.2.2 Б)



Рис. 3.3.6 – Организация пропуска коммуникаций в сталекирпичных и сталебетонных ригелях с помощью ввариваемых в боковые листы труб и коробов с дальнейшей отделкой

Положительными особенностями сталекирпичных и сталебетонных ригелей является поэлементное устройство и включение в работу, что позволяет избежать чрезмерных деформаций, а также существенная высота, позволяющая обеспечить значительную жесткость и, при необходимости, организовать пропуск коммуникаций (рис. 3.3.6).

Сталекирпичные и сталебетонные ригели почти полностью входят в тело стены, что является неоспоримым архитектурным преимуществом. Поэтому такие ригели могут быть достаточно легко оштукатурены по сетке или окрашены и оставлены в интерьере, если это соответствует концепции дизайна помещений и противопожарным требованиям.

Врезные рамы замкнутого контура устраивают для массивных и толстых стен или при

очень больших вертикальных нагрузках. Врезные рамы за счет **замкнутого контура** позволяют равномерно распределить нагрузку на нижележащие конструкции, а также решить проблемы уменьшения жесткости стены вследствие обустройства проема. Нередко врезные рамы применяются совместно с ригелями из уголков и/или обоймами или полуобоймами.

Для врезных рам в качестве основных сечений применяют гнутосварные замкнутые профили прямоугольного и квадратного сечения, а также коробчатые профили, сформированные из швеллеров или листов (рис. 3.3.7, рис. 3.3.8 п. Б). Врезные рамы являются развитием приставных стоек, имеющих неразрезную усиленную верхнюю и нижнюю часть.

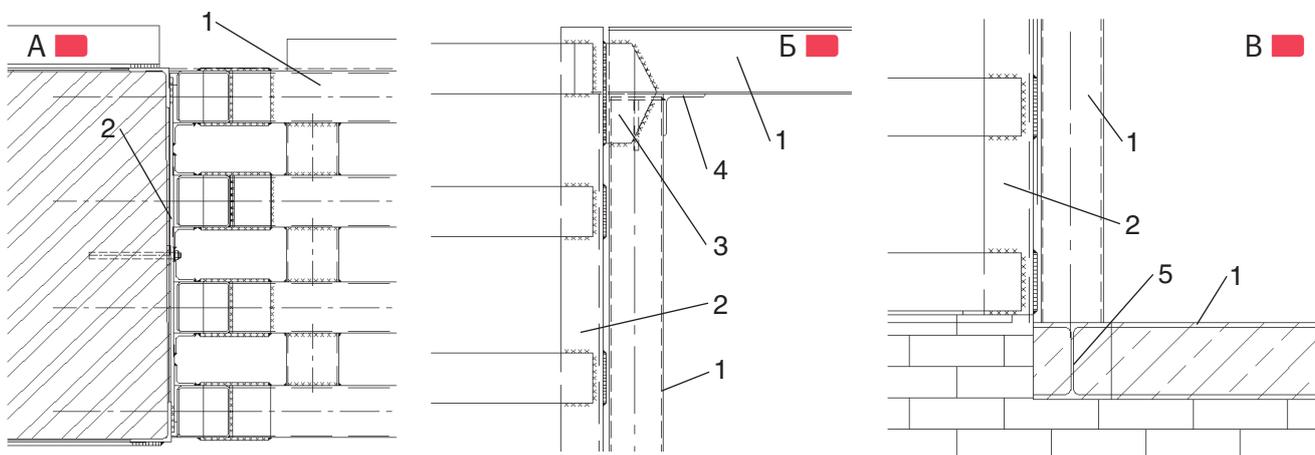


Рис. 3.3.7 – Схема узлов врезной рамы из четырех контуров, обустроенной к обоймам кирпичных простенков здания: А – разрез; Б – карнизный узел; В – опорный узел: 1 – элементы контура рамы; 2 – стальная обойма из уголков; 3 – накладка; 4 – уголок; 5 – опорный замоноличиваемый двутавр



Рис. 3.3.8 – Обустройство проемов с врезными рамами в стенах первого этажа 8-этажного здания по ул. Сечевых Стрельцов в г. Киеве, 2013 г. – А; врезные рамы замкнутого контура с перемычками для антресольного этажа фасадной стены, ул. Бассейная в г. Киеве, 2014 г. – Б

Врезные рамы обычно состоят из нескольких контурных элементов, предусматривающих поочередную установку (рис. 3.3.8 п.п. А, Б). Это позволяет в совокупности с мерами временного подкрепления достичь максимальной конструктивной безопасности для реконструируемого здания.

Перемычки, раскрепляющие врезные рамы по высоте, позволяют также осуществить устройство антресольных этажей, а минимальные ортогональные габариты упрощают отделочные работы и отвечают архитектурным требованиям, даже при их оставлении в интерьере.

Для расширения или устройства новых проемов в перекрытиях также применяют **горизонтальные окаймляющие рамы**. Та-

кие рамки могут как окаймлять просвет в строительном габарите перекрытия, так и подходить снизу (рис. 3.3.9). Рамки устраивают, если прорезание перекрытия сопряжено с конструктивной опасностью, а демонтаж всей ячейки для устройства нового участка перекрытия экономически не оправдан. В основном данный прием касается монолитных или сборных железобетонных перекрытий, т. к. перекрытия по деревянным балкам и с кирпичными сводами при необходимости образования проемов, как правило, подлежат замене.

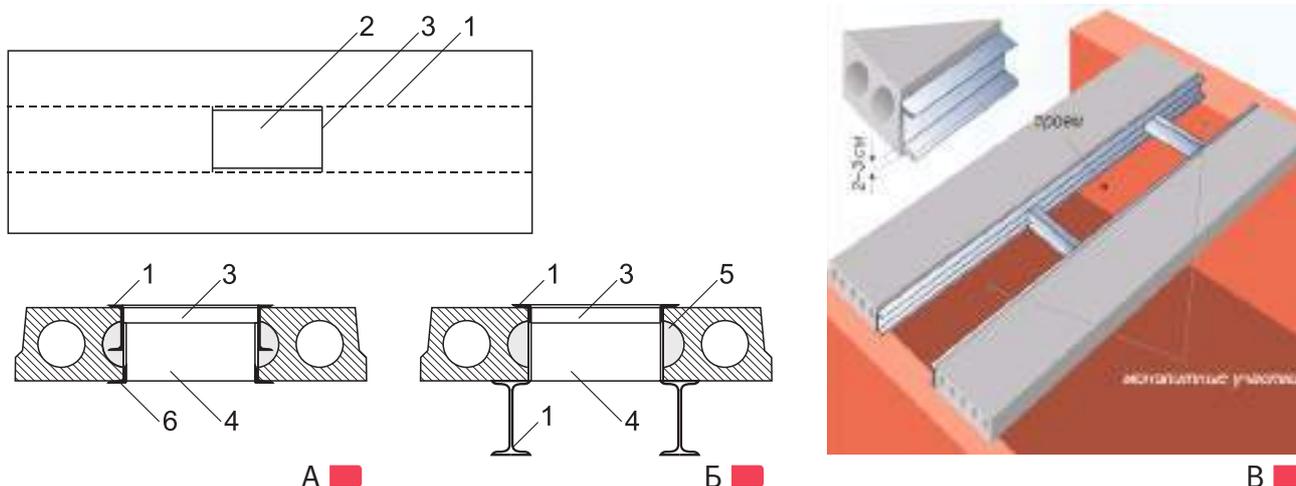


Рис. 3.3.9 – Организация проемов в сборных железобетонных плитах перекрытий: А – в строительном габарите перекрытия; Б – с подведением балок снизу; В – для проема на всю длину плиты: 1 – стальные балки, установленные в пустоты через пробитые пазы либо подведенные снизу, и опирающиеся на ригели и стены; 2 – проем в плите; 3 – рамка из уголка по периметру проема; 4 – обрамление проема из листов; 5 – обетонирование пустот; 6 – подвариваемый уголок

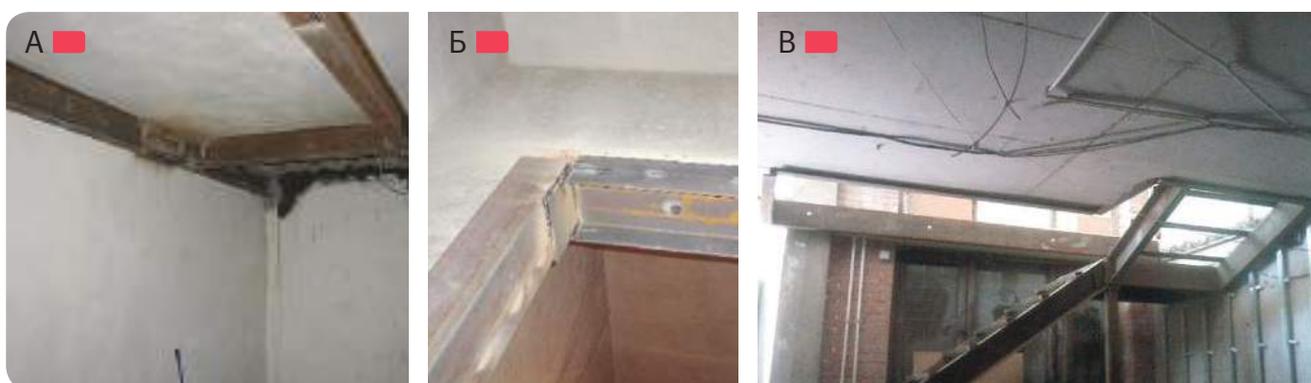


Рис. 3.3.10 – Горизонтальные окаймляющие рамки для прорезания новых проемов в монолитных перекрытиях: А – с подведением снизу; Б, В – в створе с плитой

До прорезания проема и установки конструкций усиления существующее перекрытие временно подкрепляется специальными стойками. Включение в работу конструкций достигается забивкой пространства между новыми элементами и перекрытием раствором или выбором зазора стальными клиньями в случае подведенных элементов. Дополнительно элементы крепят к перекрытию анкерами (рис. 3.3.10).

Особое внимание следует уделять опорным зонам новых конструкций, а также дальнейшим нагрузкам на них, в частности, от лестниц, лифтов и т. п. Иногда для устройства рамок прорезания проемов могут понадобиться новые стойки или системы подкосов, тяжей; подвешивание к вышерасположенным конструкциям и т. п.

3.4 ЗАМЕНА И ОБУСТРОЙСТВО НОВЫХ КОЛОНН И СТЕН

Замена колонн и стен производится для:

- образования свободного или проходного функционального пространства при перепланировке и реконструкции;
- увеличения несущей способности при росте нагрузок на перекрытия, установке нового оборудования, изменении функционального назначения и т.д.;
- укрепления конструкций при неудовлетворительном техническом состоянии или для возможных последующих пристроек, увеличения пролетов;
- увеличения полезных площадей помещений;
- облегчения стен, уменьшения нагрузки от них на другие конструкции;
- обустройства новых промежуточных этажей, зон опирания и т.д.

Также замена стен на колонны способна обеспечить надлежащее естественное освещение внутреннего пространства и т.п. Замена конструкций не является их усилением, а требует введения эквивалентных по несущей способности новых элементов, с обеспечением надежного включения их в работу.

Существующие **колонны** заменяют:

- новыми колоннами и стойками;
- балками и аутригерами.

Новые колонны и стойки устраивают обычно на месте существующих с помощью стальных, сталебетонных и сталежелезобетонных элементов. Замена кирпичных и бетонных простенков и колонн стальными позволяет применить выгодные с архитектурной точки зрения, компактные и более

экономичные сквозные или полые сечения. Это дополнительно позволяет совместить функции по прохождению коммуникаций или заполнить колонны бетоном, обеспечив сталебетонную или сталежелезобетонную совместную работу и позволяя минимизировать мероприятия по огнезащите.

При этом следует технологически и конструктивно гарантировать временную передачу усилий от существующих колонн на другие конструкции, чтобы полностью исключить их из работы перед демонтажем (рис. 3.4.1). Это может быть достигнуто подведением дублирующих элементов под все перекрытия или перехватом усилий непосредственно от колонн. Такой перехват возможен путем присоединения или прохождения элементов, перенаправляющих силовой поток, например, сквозных стальных шпилек, труб и т. д., с обеспечением плотности передачи усилий за счет заполнения зазоров растворами. Также перехват возможен по трению за счет обжатия колонн (рис. 3.4.3 п. Б). Следует помнить, что усилия трения зависят от подготовки поверхностей и со временем релаксируются, поэтому подобные мероприятия требуют особой тщательности и не могут носить постоянного характера.

Новые стойки могут быть как вертикальными, так и наклонными, приходящими на другие существующие или новые подведенные фундаменты (рис. 3.4.3 п. А). Это может быть вызвано как функциональными или технологическими причинами, так и неудовлетворительным состоянием самих фундаментов.

В качестве новых колонн используют трубчатые, сварные коробчатые сечения и составленные из прокатных профилей, соединенные между собой решеткой или планками (рис. 3.4.2). Поскольку при реконструкции часто невозможно использовать габаритное подъемное оборудование, то вместо сплошных элементов применяются элементы, составленные из профилей, которые собираются прямо на площадке.

В таблице 3.4.1 приведены ориентировочные габариты сечений новых составных двутавровых колонн для балочных перекрытий зданий с разными размерами ячейки и этажностью. Данные в таблице рассчитаны для колонн со свободной высотой между перекрытиями 3,2 м, при характеристической полезной нагрузке =

4 кН/м² и 3,5 кН/м² – от собственного веса конструкций, при использовании стали С355.

Широко применяются сталебетонные сечения: коробчатые, в которых внутреннее пространство заполняется бетоном, или открытые, обетонируемые снаружи с обеспечением совместной работы специальными анкерами. Это решение позволяет увеличить жесткость, несущую способность и огнестойкость колонн. Также применяются сталежелезобетонные колонны, в которых в бетонной части обеспечивается дополнительное армирование.

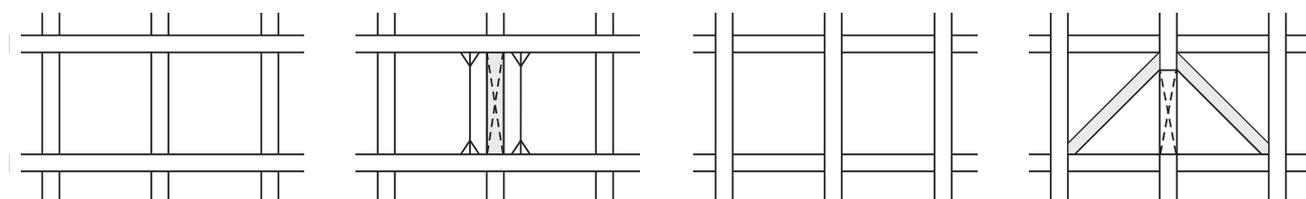


Рис. 3.4.1 – Замена существующих колонн: А – при неразрезных балках – путем перехвата временными стойками; Б – при разрезных балках – подведением временных или постоянных наклонных стоек-подкосов; штрих – изымаемая часть колонны, закрашенные области – новые элементы

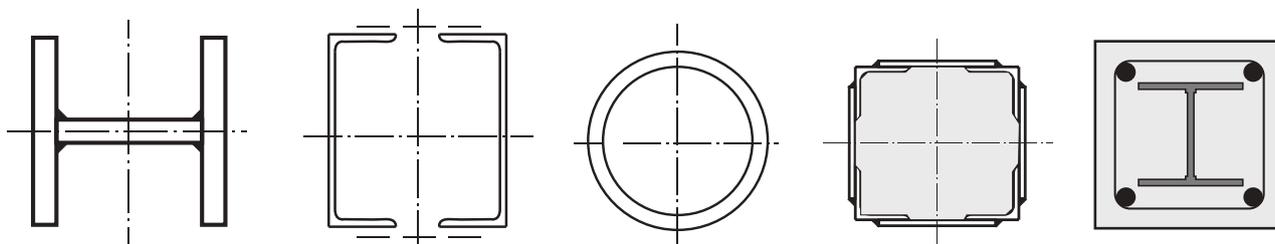


Рис. 3.4.2 – Основные сечения новых колонн при реконструкции: А – сплошные сварные из листов; Б – составленные из прокатных профилей с решеткой или планками; В – замкнутые и трубчатые; Г – сталебетонные составные; Д – сталежелезобетонные

В таблице 3.4.2 приведены ориентировочные габариты сечения колонн трубчатого сечения согласно ДСТУ 10704-91 [49] для зданий разных пролетов перекрытий и этажности. Как и в предыдущей таблице, данные валидны для колонн высотой 3,2 м, при характеристической полезной и постоянной нагрузке = 4 кН/м² и 3,5 кН/м² соответственно, для стали С355.

Включение в работу новых элементов колонн происходит путем контролируемо-

го поддомкрачивания в специальных узлах или опускания перекрытий на подготовленные опорные оголовки. Включение в работу деформацией является обычно недопустимым, т. к. непредсказуемо отзывается в системе здания и может привести к перекосам и появлению трещин.

Введение новых колонн уменьшает пролет и позволяет разгрузить конструкции перекрытий или покрытий, и, таким образом, избежать их усиления. Однако такое реше-



Рис. 3.4.3 – А – замена кирпичных пилонов на стальные колонны и сталебетонные аутригеры в торгово-развлекательном центре Las Arenas 1900 г., Барселона, Испания, 2011 г.; Б – устройство системы вдавливаемых металлических свай и перехватывающего по трению временного каркаса для замены аварийной бетонной колонны, г. Киев, Украина, 2012 г.



Рис. 3.4.4 – Введение новых стальных колонн: А – поддержание архитрава Акрополиса в Афинах, Греция; Б – усиление балки перекрытия паркинга в Марселе, Франция; В – подкрепление существующего перекрытия в здании 18 века в Париже, Франция

ние уменьшает полезную площадь и функциональность помещений. С другой стороны, применение стали в новых колоннах позволяет использовать компактные сечения и минимизировать визуальный эффект от их появления в интерьере (рис. 3.4.4, рис. 3.4.5).

Балки и аутригеры предназначены для перехвата усилий от всех вышерасположен-

ных конструкций (рис. 3.4.6). При этом применяют двутавровые или коробчатые сечения, составленные из стальных листов. Их применение позволяет разредить или изменить сетку колонн, что особенно актуально для нижних этажей, где более высокие требования к пропускной способности, функциональной свободе планировочных решений и визуальной легкости здания.



Таблица 3.4.1

Ориентировочные габариты сечений составных из листов двутавровых колонн для зданий разных пролетов перекрытий и этажности

Количество этажей	Размер ячейки балочного перекрытия			
	6 м × 6 м	9 м × 6 м	9 м × 9 м	12 м × 6 м
2	180x180 мм	200x200 мм	220x220 мм	220x220 мм
4	220x220 мм	240x240 мм	280x280 мм	280x280 мм
6	240x240 мм	280x280 мм	340x340 мм	340x340 мм
8	240x240 мм	340x340 мм	400x400 мм	400x400 мм
10	300x300 мм	400x400 мм	450x450 мм	450x450 мм

Таблица 3.4.2

Ориентировочные сечения пустотелых и сталебетонных колонн из прямошовных труб для зданий разных пролетов перекрытий и этажности

Количество этажей	Колонны из труб			Сталебетонные колонны из труб, заполненных бетоном		
	6 м × 6 м	9 м × 6 м	9 м × 9 м	6 м × 6 м	9 м × 6 м	9 м × 9 м
2	168 x 7 мм	193,7 x 7 мм	219 x 8 мм	168 x 5 мм	193,7 x 5 мм	219 x 5 мм
4	219 x 8 мм	273 x 9 мм	325 x 9 мм	219 x 7 мм	244,5 x 7 мм	273 x 8 мм
6	273 x 9 мм	355,6 x 10 мм	377 x 10 мм	244,5 x 8 мм	325 x 9 мм	355,6 x 10 мм
8	325 x 9 мм	406,4 x 12 мм	478 x 10 мм	325 x 7 мм	355,6 x 10 мм	426 x 10 мм
10	355,6 x 10 мм	426 x 12 мм	530 x 12 мм	325 x 8 мм	406,4 x 10 мм	478 x 12 мм



Рис. 3.4.5 – Вид в интерьере усиления путем введения новых дополнительных колонн

Аутригерами называют мощные распределительные ригели, воспринимающие нагрузки от одной или более колонн, а также участков стен. Такие ригели выполняют в виде балок двутаврового или коробчатого сечения, сваренного из листов или прокатных профилей (рис. 3.4.7), а также в виде ферм, которые должны обеспечивать восприятие усилий от вышерасположенных колонн в узлах с передачей на боковые опоры. Сечение верхнего пояса таких ферм, как правило, оформляют сварным – двутавровым или коробчатым, а решетку выполняют из гнутосварных профилей.

Аутригеры на весь этаж представляют собой ферменные системы преимущественно со сварным сечением, которые должны иметь обеспеченную равностойкость. Также **балки и аутригеры** применяют для замены колонн при надстройках, или если опирание на нижележащие конструкции затруднено.

Решения с аутригерами позволяют также сместить сетку колонн, в частности при надстройках (рис. 3.4.4). Этот прием эффективен в перекрытиях с капителями или, когда есть определенные архитектурные и конструктивные ограничения по наследованию

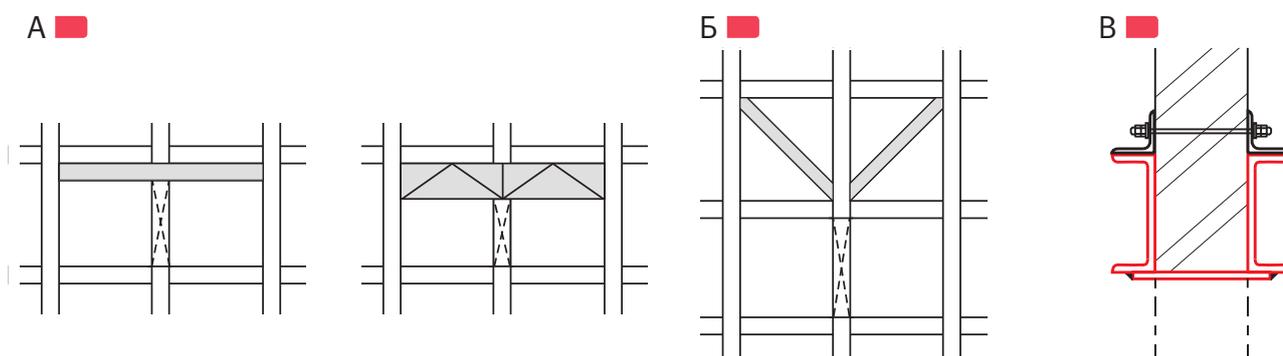


Рис. 3.4.6 – Замена существующих колонн: А – на балки или фермы; Б – на аутригеры высотой в этаж; штрих – изымаемая часть колонны; закрашенные области – новые элементы; В – пример узла перехвата балками легкого кирпичного простенка



Рис. 3.4.7 – Замена существующей аварийной колонны на балку в магазине в г. Киеве, 2013 г.: А – колонна с потерей общей устойчивости; Б – подведение балки под существующее деревянное перекрытие; В – вид в интерьере магазина

начальных осей выше существующего перекрытия. Применяя аутригеры, следует учитывать возможное изменение строительной

высоты и функциональность пространства, а также перераспределение усилий в каркасе, фундаментах и основании под зданием.



Существующие **каменные и бетонные стены** заменяют:

- независимыми стоечно-ригельными каркасами;
- сталекирпичными и сталебетонными ригелями.

Независимые стоечно-ригельные каркасы выводят отдельно при опирании на собственные или существующие фундаменты вдоль заменяемых стен. Такие каркасы являются приставными (не врезными) и предназначены для дублирования и замещения существующих стен, а также часто и для временного раскрепления их из плоскости (рис. 3.4.9). В конечном итоге нагрузки от перекрытий и покрытия переносят на новый каркас путем обустройства специальных узлов пересадки с помощью домкратов.

После этого сами стены поэтапно полностью или частично демонтируются либо

оставляются для выполнения ограждающей или декоративной функции (рис. 3.4.10, рис. 3.4.11). Независимые каркасы выполняются со сплошными сварными или сквозными сечениями из прокатных профилей. Они обеспечивают пространственную жесткость и восприятие необходимых вертикальных и горизонтальных нагрузок, в том числе от перекрытий и покрытий, раскрепляемых стен, ветра, а также монтажные, от возможного оседания опор и т. п.

Независимые стоечно-ригельные каркасы размещают вблизи существующих стен, что почти не уменьшает функциональности пространства, но позволяет устроить дополнительные перекрытия и т. д., а также избежать усиления стен и максимально



Рис. 3.4.8 – Смещение сетки колонн с целью надстройки здания Sea Containers Ltd., Лондон, Великобритания, 1989 г.

сохранить их архитектурный облик (рис. 3.4.11 п. Б).

Сталекирпичные, сталебетонные ригели и колонны также могут образовывать каркасы, которые дублируют существующие стены, но отличаются от независимых стоечно-ригельных решений тем, что интегрируются полностью в тело стен, обхватывая их части. Сечения для ригелей и колонн принимаются так же, как и при устройстве проемов и обойм (см. выше).

Перед проведением работ с существующими стенами следует убедиться в их цельности и конструктивной безопасности. Все пустоты и проемы, нарушающие целостность стен, должны быть забетонированы или заложены кирпичом. При необходимости для

стен предусматривают специальные меры временного укрепления. После готовности врезного каркаса и обеспечения всех необходимых этапов не охваченные ригелями и колоннами части стен постепенно полностью демонтируются (рис. 3.4.12).

Врезные каркасы позволяют вести работы поэтапно и незаменимы в наиболее сложных и ответственных объектах, где устройство каркасов или фундаментов под них рядом со стенами невозможно. Сечения колонн и ригелей врезных каркасов получаются больше, чем при независимых каркасах, однако они находятся в створе существующих стен и позволяют создавать пролетные функциональные планировки.

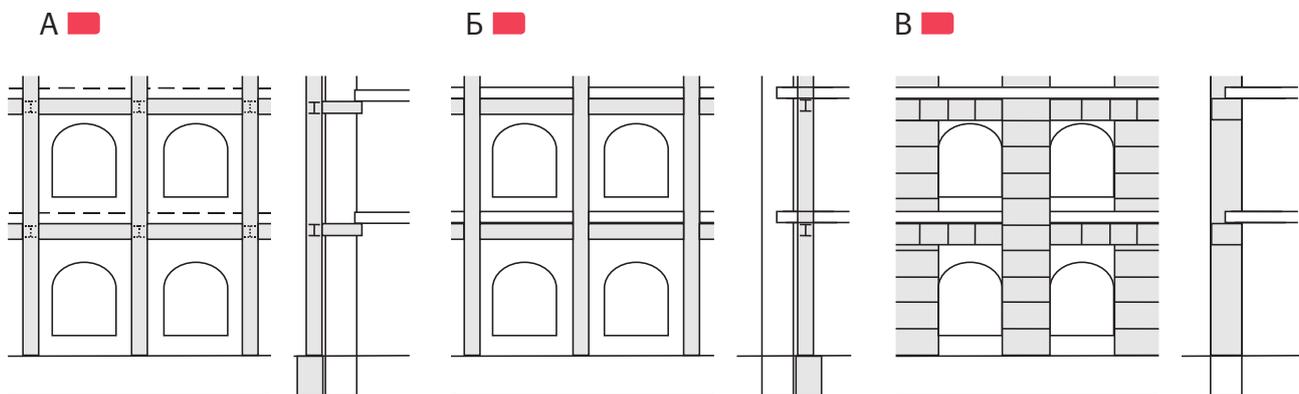


Рис. 3.4.9 – Схема замены каменной фасадной стены с независимыми стоечно-ригельными каркасами: А – снаружи; Б – изнутри; В – сталекирпичными ригелями и колоннами с пересадкой перекрытий; закрашенные области – новый каркас



Рис. 3.4.10 – Замена части кирпичных стен на независимые стоечно-ригельные каркасы здания Irving Street Brewery 1912 г., арх. бюро Tzannes Associates



Рис. 3.4.11 – А – замена фасадной стены на независимый стоечно-ригельный каркас в здании Ostarpharma в г. Стокгольм, Швеция, арх. бюро Joliark; Б – интерьер при введении независимого стоечно-ригельного каркаса с оставлением стен и последующим устройством дополнительного этажа

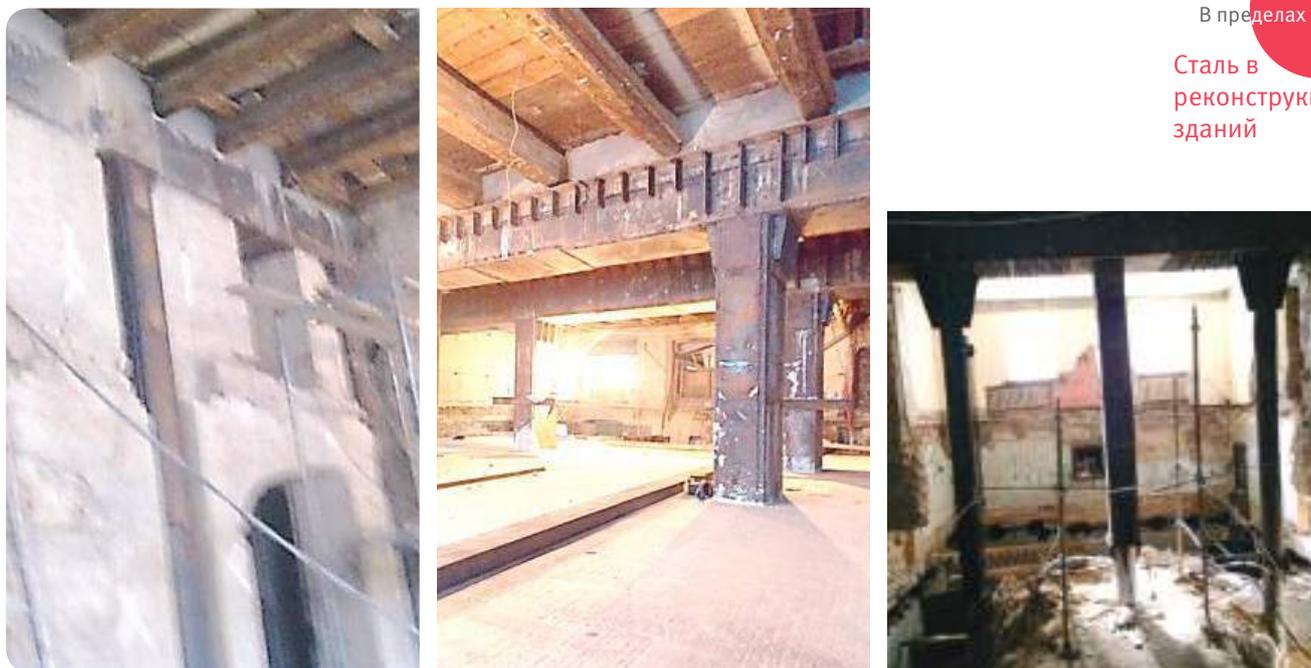


Рис. 3.4.12 – Замена стен здания сталекирпичными ригелями и колоннами с последующим демонтажем участков между ними, г. Киев, 2015 г.

3.5 ЗАМЕНА И ОБУСТРОЙСТВО НОВЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ И ПОКРЫТИЙ

Замена и обустройство новых перекрытий и покрытий осуществляется для:

- восстановления конструкций при неудовлетворительном техническом состоянии;
- увеличения несущей способности при росте нагрузок на перекрытия, установке нового оборудования, изменении функционального назначения и т. д.;
- увеличения площадей за счет новых внутренних этажей;
- обустройства в перекрытиях проемов, функционального объединения помещений, переопирания на вертикальные элементы;
- облегчения перекрытий и покрытий, уменьшения их габаритов и нагрузки от них на другие конструкции;
- создания новых промежуточных этажей, зон опирания.

Для этого применяют (рис. 3.5.1):

- независимые внутренние каркасы;
- перекрытия и покрытия обычной высоты;

- перекрытия и покрытия пониженной высоты;
- подвешенные этажи.

Независимые внутренние каркасы устраивают внутри пространства на отдельных фундаментах. Такие каркасы, как правило, конструктивно исполняются в виде балочных клеток по колоннам или рам двутаврового либо замкнутого сечения. Иногда в составе внутренних каркасов могут использоваться фермы или перекрестные системы, структуры и т. п.

Компоновка независимых внутренних каркасов осуществляется так же, как и для нового строительства, с учетом ограничений по габаритам, формы, в которой они устраиваются, и других критериев. Соответственно, такая компоновка может иметь самые различные варианты.

Перекрытия во внутренних каркасах устраиваются обычно стальными решетчатыми, монолитными сплошными или монолитными по профилированному настилу.

Применение настила позволяет использовать его в качестве несъемной опалубки и значительно сократить время возведения.

Кроме того, в плитах по профнастилу при опирании сверху на балки бетон может

быть включен в работу на сжатие с помощью специальных анкерных упоров. В таком случае плита и балка работают совместно, композитно (рис. 3.5.3, рис. 3.5.4, см. также раздел 3.2) [41, 42].

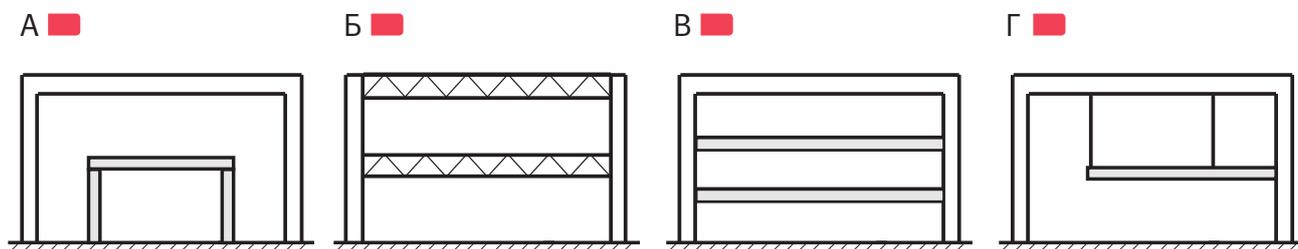


Рис. 3.5.1 – Замена и устройство новых перекрытий и покрытий при реконструкции и капитальном ремонте: А – внутренние балочные клетки; Б – перекрытия обычной высоты; В – перекрытия сниженной высоты; Г – подвешенные этажи

Совместная работа с плитой значительно повышает несущую способность и жесткость балок, что позволяет увеличить длину пролета или использовать меньшие сечения. При рациональном проектировании соотношение пролета к высоте композитных балок находится в диапазоне 22–25 (см. табл. 3.5.1), что по сравнению с обычными балочными перекрытиями позволяет уменьшить строительную высоту на

25–30 % и снизить расход стали на 30–40 % [15]. В табл. 3.5.1 представлена ориентировочная высота сечения второстепенных и главных двутавровых прокатных балок перекрытий при равносторонней ячейке шага колонн. Данные в таблице посчитаны для стали С245 при обычной схеме компоновки (см. рис. 3.5.2) с шагом второстепенных балок 3 м. Характеристическая нагрузка от собственного веса, принятая при расчетах,

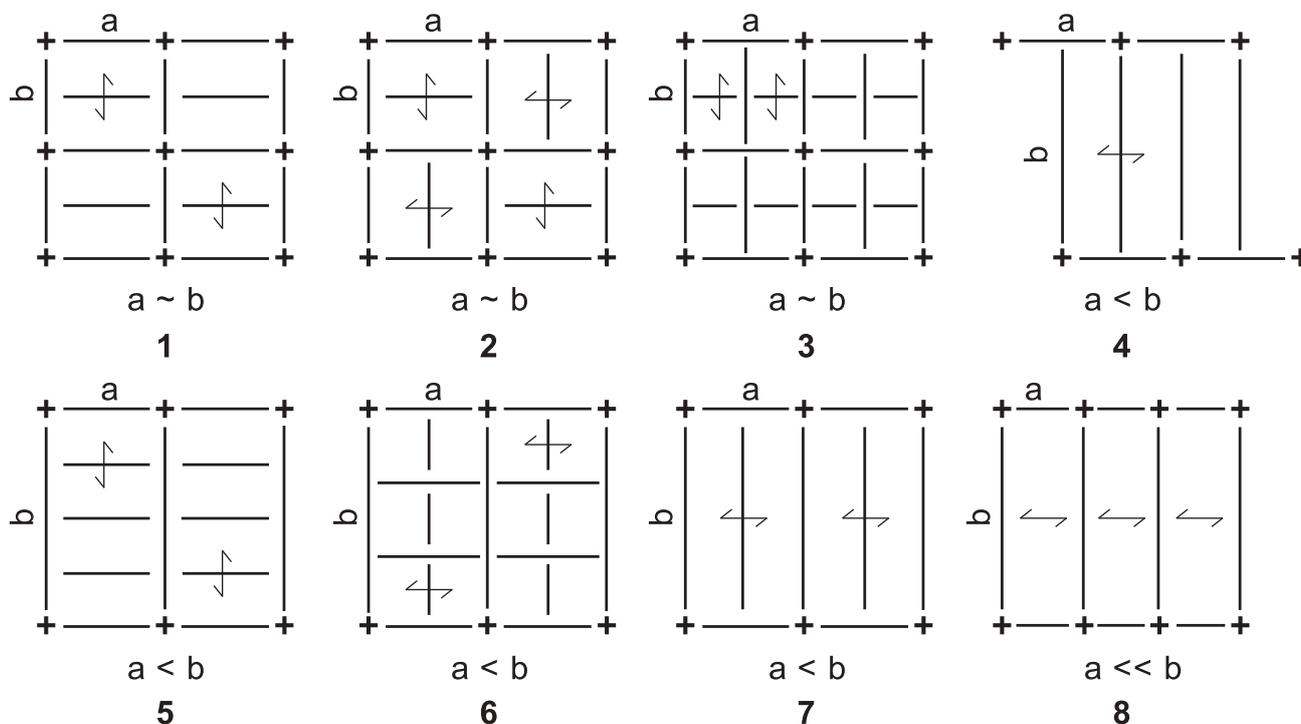


Рис. 3.5.2 – Варианты компоновки несущих конструкций в системе перекрытия и покрытия по новым и существующим колоннам. При равносторонней ячейке: 1 – нормальная компоновка; 2 – шахматная; 3 – усложненная; При разносторонней ячейке: 4 – компоновка со смещенным шагом колонн; 5 – нормальная; 6 – усложненная; 7 – беспрогонная; 8 – упрощенная. Зигог показано направление укладки настила

составляет 3,5 кН/м², а полезная нагрузка – 4 кН/м². Для наглядности представлены две системы перекрытий: стандартная, с раздельной работой плит и балок перекрытия, и композитная, когда плита настила и балки работают совместно. При значительных нагрузках и другой конструктивной либо

архитектурной необходимости вместо прокатных балок применяют составные балки, сваренные из листов.



Рис. 3.5.3 – Применение композитной работы балок с плитами по профилированному настилу, пример при реконструкции церкви Chasséstraat в г. Амстердам, Голландия, 2013 г.

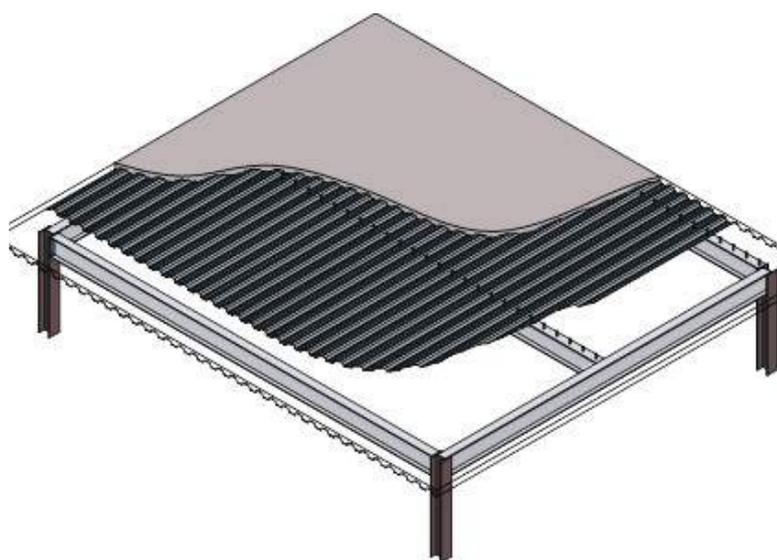


Рис. 3.5.4 – Беспрогонная компоновочная схема балочного композитного перекрытия при разносторонней ячейке; 1 – пролет главных балок – 7,5 м; 2 – пролет второстепенных балок – 9 м для внутренних каркасов в пространстве здания

Таблица 3.5.1

Ориентировочная высота сечения двутавровых балок стандартных и композитных систем перекрытий при равносторонней ячейке

Тип перекрытия	Тип балки	Высота двутавра (см) при стороне ячейки (м)				
		6	7.5	9	10.5	12
Стандартное	Второстепенная	30	40	45	55	60
	Главная	40	50	70	80	90
Композитное	Второстепенная	26	35	40	45	50
	Главная	35	45	55	60	70

В случае применения композитных плит и балок повышается не только вертикальная, но и горизонтальная жесткость перекрытий, выступающих единым жестким диском, а также повышается живучесть конструкций при непредвиденных нагрузках и аварийных ситуациях.

Кроме того, совместная работа плит и основных несущих конструкций может быть достигнута также в перекрытиях по фермам, объединенных с железобетонным настилом.

Поскольку внутренние каркасы находятся в защищенном от внешних воздействий пространстве, для них, кроме специальных случаев, атмосферные нагрузки не учитывают.

Следует отметить, что независимые каркасы являются средством увеличения функциональности пространства формы, а не средством усиления конструкций. Их применение позволяет не вносить изменений в конструктив или не усиливать существующее здание, а также избежать передачи нежелательных нагрузок, таких как вибрации от лифтов, динамика от людей, станков и т. д.

Независимые каркасы организуют дополнительные перекрытия в существующем

объеме, позволяя, в свою очередь, увеличить полезные площади, а также организовать технологические процессы в здании в нескольких уровнях и т. п. (рис. 3.5.5).

Перекрытия и покрытия обычной высоты применяют при опирании на существующие стены, когда нет ограничений по строительным габаритам в здании. Такие перекрытия обычно выполняют с главными конструкциями в виде обычных балок пролетом до 12 м или перфорированных балок двутаврового сечения при пролетах до 10–15 м. Для крупных пролетов – 15 и более метров – применяют фермы с опиранием перекрытий по верхнему поясу. Между главными конструкциями перекрытий применяют преимущественно монолитные плиты по профилированному настилу, бетон которых для повышения эффективности перекрытия может быть включен в композитную работу, как показано выше. При организации кровель, кроме ферм, применимы арочные, рамные, структурные конструкции, которые выбирают в зависимости от формы крыши (которая может повторять историческую), назначения чердачного



Рис. 3.5.5 – Внутренние независимые каркасы: А – обустройство офисов в ангаре, г.Шенкар, Израиль, 2015г., проект бюро Geotectura; Б – внутренняя перестройка промышленного здания под центр одежды Urban Outfitters, г.Филадельфия, США, 2006г., проект бюро Meyer Scherer & Rockcastle

этажа, действующих нагрузок, требований по светопрозрачности и т. п.

При замене перекрытий следует обязательно учитывать очередность выполнения работ и соблюдение принципов конструктивной безопасности. Замена происходит отдельными захватками для

обеспечения устойчивости существующих стен, дисками перекрытий или специальными распорками.

Также при замене покрытия здания следует предусмотреть временные меры по защите стен и других конструкций от атмосферных осадков.

Новые перекрытия предназначены для замены или разгрузки существующих, а также для организации дополнительных этажей, или при необходимости переноса этажа на новые отметки (рис. 3.5.7 п. Б, рис. 3.5.9). Они перекрывают полный безопорный пролет между существующими стенами, но, в зависимости от несущей способности стен, также могут потребоваться дополнительные промежуточные колонны. Новые перекры-

тия также иногда выпускают из существующих стен или колонн консольно, организуя, таким образом, антресольные этажи и внутренние балконы (рис. 3.5.6).

Форма и материал новых покрытий кровли позволяют реализовать решения с ми-



Рис. 3.5.6 – Восстановление частично разрушенного замка Moritzburg в г. Лейпциг, Германия с перепланировкой в отель, с применением композитных балок пролетом 12 м



Рис. 3.5.7 – А – замена покрытия и перекрытий в Мыстецьком Арсенале 18 в., г. Киев, 2010 г.; Б – замена деревянного перекрытия на композитное с перфорированными балками пролетом 24 м в Bernardine convent 16 века, проект J. Wilmotte

нимумом веса и максимальными эксплуатационными характеристиками, такими как сопротивление теплопередаче, инсоляция и др. (рис. 3.5.8)

Перекрытия и покрытия пониженной высоты применяют для минимизации стро-

ительной высоты и увеличения свободного габарита этажа.

Для небольших пролетов (3–7 м) возможно непосредственное опирание на стены железобетонных плит по стальному профнастилу. Для этого следует предусматривать

контурные опорные элементы, такие, как уголки, которые крепятся на распорных, химических анкерах и шпильках к кладке (рис. 3.5.10 п. В). Также плиты могут опираться в специальные штробы в кладке, или на обустроенные монолитные пояса с анкерной и достаточной глубиной опирания (рис. 3.5.10 п.п. А, Б). При опирании в штробы плиты устраивают постепенно участками, т. к. подрезание кладки ослабляет ее.

Преимуществом плит по стальному профилированному настилу является его работа в качестве несъемной опалубки и минимизация временных подкреплений во время бетонирования, т. к. настил несет все технологические нагрузки. В каждом гофре профилированного настила устраивается рабочее армирование и таким образом после схватывания бетона образуется ребристая плита. Если настил имеет выштамповки на стенках, он может быть включен в работу как нижнее континуальное армирование плиты, однако при таких решениях может

возникнуть необходимость в дополнительной огнезащите. Также плитам по профнастилу свойственна относительная легкость и произвольность форм в плане за счет возможности подрезания профнастила. Высокая готовность поверхности дает возможность применить профилированный настил в интерьере без дополнительной отделки (рис. 3.5.11).

Монолитные плиты по стальному профнастилу применяют и самостоятельно при замене настилов между существующими главными конструкциями: стальными и деревянными балками, фермами при их достаточной несущей способности и соответствующем техническом состоянии (рис. 3.5.12). При капитальном ремонте или реконструкции для разгрузки и обследования с перекрытий снимают все отделочные слои, засыпки, подшивные потолки и т. д., что позволяет в большинстве случаев обустроить плиты по профнастилу без увеличения нагрузок и строительной высоты.



Рис. 3.5.8 – А – замена покрытия в соборе на светопрозрачное (США); Б – замена после пожара кровли главного корпуса Национального университета биоресурсов и природопользования в г. Киеве, 2015 г., проект «Вартість»

Для безопорных пролетов 6–9 м, а при необходимом обосновании и до 12 м, применяют балочные **перекрытия пониженной высоты**. Основной особенностью таких перекрытий является размещение плит в одном строительном габарите с главными конструкциями. Для сечений балок применяют сварные или комбинированные (прокатные

с дополнительными листами) профили с развинутой нижней или промежуточной полкой (таб. 3.5.2).

По балкам в дальнейшем устраивают монолитные железобетонные плиты по профилированному настилу (рис. 3.5.13 п. А) или, в некоторых случаях, сплошные (рис. 3.5.13 п. Б). Сборные железобетонные плиты при-

менимы, когда есть выверенная геометрия опорных контуров и пролет между балками соответствует типоразмерам плит. В отдельных случаях для минимизации веса или высоты применяют стальные ортотропные плиты, состоящие из второстепенных балок и стальных листов либо решетчатых настилов покрытия.



Рис. 3.5.9 – Замена аварийного железобетонного покрытия актового зала Дома Профсоюзов в г. Киеве после пожара на новое по металлическим фермам, 2017 г. проект «Вартість»

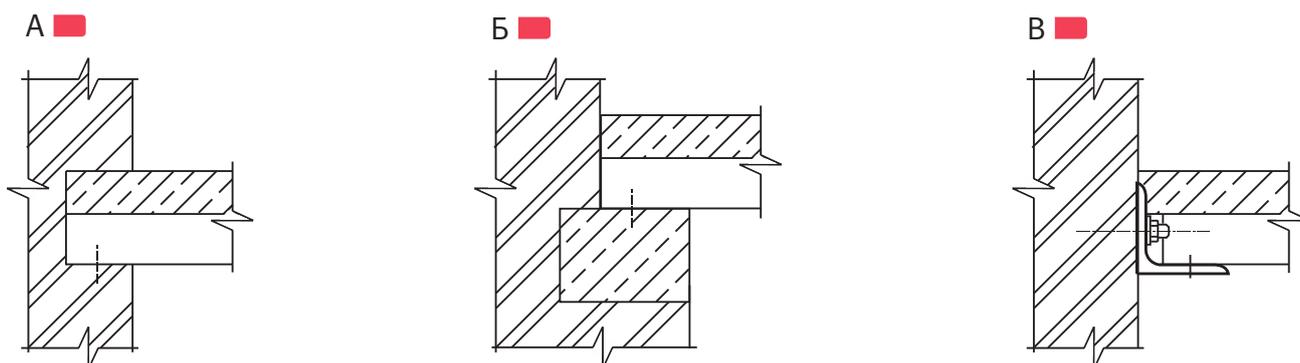


Рис. 3.5.10 – Устройство плит по профнастилу с непосредственным опиранием на стены: А – в прорезанные штробы; Б – на монолитные пояса; В – с помощью опорных контурных уголков

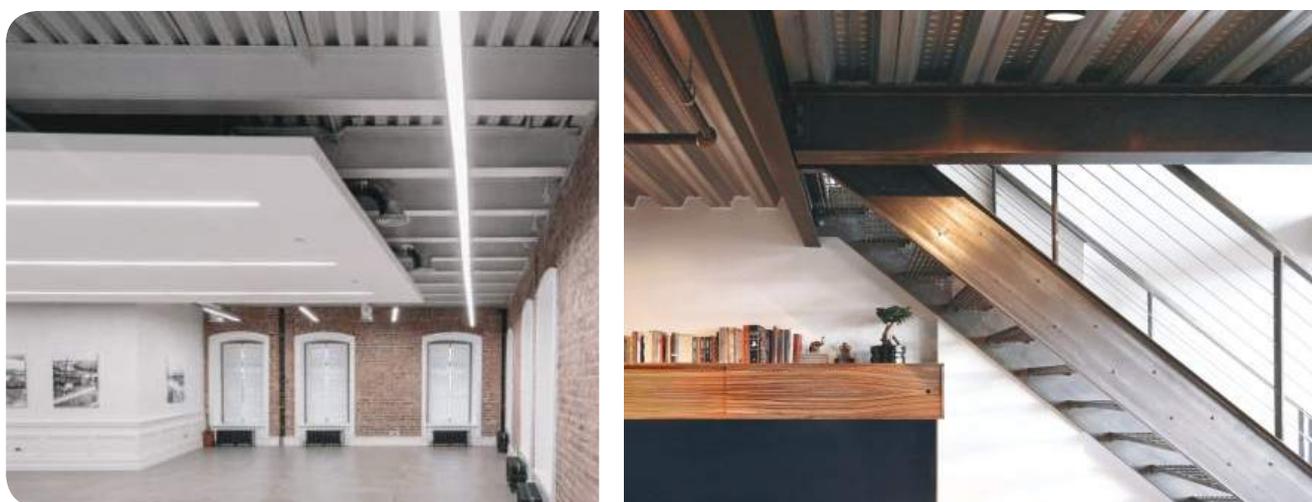


Рис. 3.5.11 – Перекрытия с плитами по профилированному настилу в интерьере помещений после реконструкции

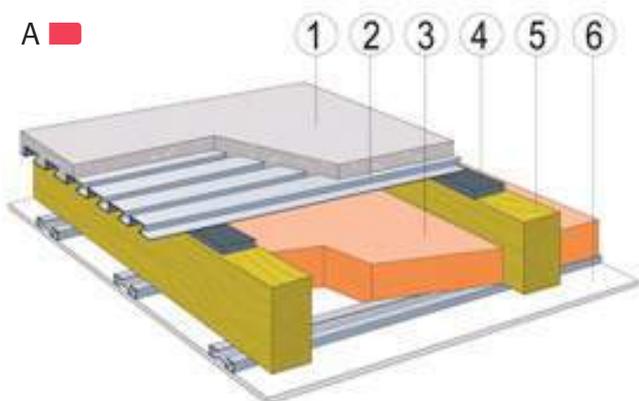


Рис. 3.5.12 – Обустройство новых плит по профнастилу:

А – между существующими деревянными балками; 1 – бетон; 2 – несущий профнастил; 3 – вкладыш утеплителя; 4 – упругие прокладки; 5 – существующие балки; 6 – подвесной потолок; Б – армирование плит при укладке настила на существующие железобетонные ригели

Для плит следует особое внимание уделять возможным сосредоточенным нагрузкам, а также допустимому уровню вибраций. Развитая нижняя полка и применение коробчатых сечений либо двутавровых с двойной стенкой позволяют повысить крутильную жесткость балок. Кроме сплошных сечений для балок и перекрытий пониженной вы-

соты применяют и сквозные. Пропустив арматуру плиты через отверстия в стенке балки либо приварив ее к полкам, можно достигнуть композитной работы и для перекрытий пониженной высоты. За счет того, что открытой снизу остается преимущественно только нижняя полка балки, значительно уменьшаются расходы на огнезащиту [15, 62].

Таблица 3.5.2

Типы сечений балок перекрытий пониженной высоты

Перекрытие	Сварная			Комбинированная		
	Неравнополочный двутавр	Двутавр с двойной стенкой	Коробчатое сечение	Прокатный двутавр подкрепленный листом	Гнутосварной профиль подкрепленный листом	Прокатный двутавр с уголками
Ж/б сборное	Плиты по нижнему поясу					
Ж/б монолитное						Плита по среднему поясу
Ж/б по профнастилу	Плиты по нижнему поясу	Плиты по среднему поясу				
Ортотропная плита	Второстепенные балки и лист					
Комбинированное	Второстепенные балки и ж/б плита по профнастилу					

В табл. 3.5.3 представлены ориентировочные размеры сечения балок перекрытий пониженной высоты с плитами по профилированному настилу. Данные в таблице посчитаны для стали С420 при обычной схеме компоновки балок при их шаге 4 м. Характеристическая нагрузка от собственного веса принята при расчетах 5 кН/м², а полезная нагрузка – 4 кН/м².

Таблица 3.5.3

Ориентировочные сечения балок перекрытий пониженной высоты при разрезной схеме

Геометрические характеристики, см		Пролет балок при шаге 4 м				
		5	6	7	8	9
Ширина верх. полки	bf1	16	16	16	18	22
Ширина ниж. полки	bf2	30	30	30	32	34
Толщина верх. полки	tf1	2	2,5	3	3,2	3,2
Толщина ниж. полки	tf2	2	2,5	3	3,2	3,2
Толщина стенки	tw	1,6	1,6	1,6	2	2
Высота стенки	Hw	15	18	20	22	25
Площадь сечения	A	116	143,8	170	204	229,2
Общая высота	H	19	23	26	28,4	31,4

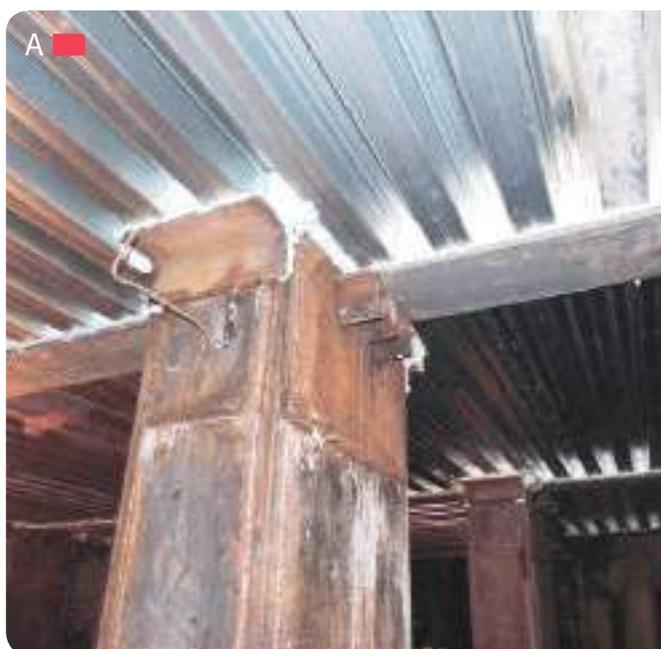
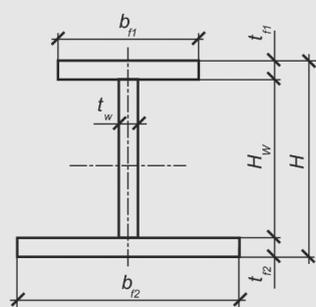


Рис. 3.5.13 – Перекрытия пониженной высоты: А – с плитами по профнастилу при опирании на нижнюю полку сварных балок; Б – с монолитными плитами при опирании в одном уровне по прокатным балкам с подваренной средней полкой

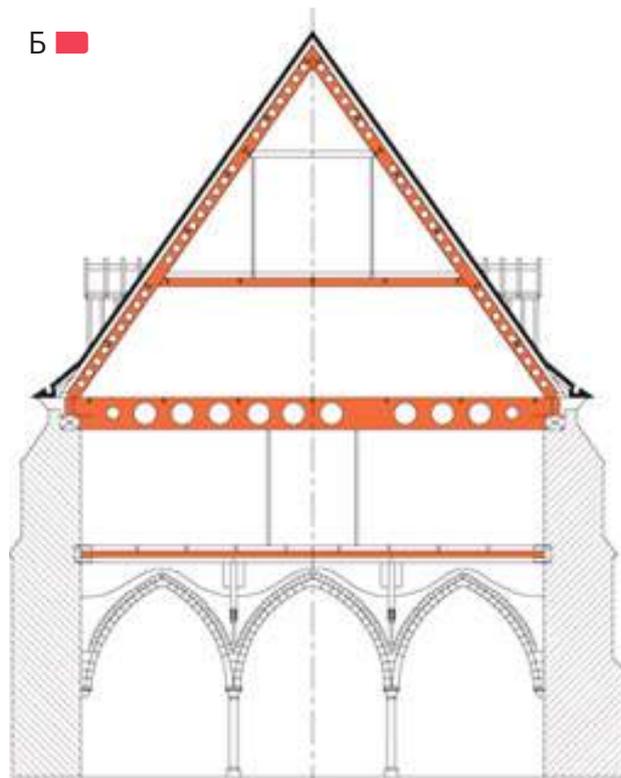


Рис. 3.5.14 – Замена шатра кровли в церкви 16 века с устройством подвесных этажей на перфорированных балках, Великобритания, 2005 г.

Для того, чтобы балки перекрытий пониженной высоты эффективно работали по прочности, в них может быть предусмотрен строительный подъем. Следует помнить, что кроме расчета самого перекрытия на существующих стенах следует обеспечить зоны опирания, которые для балок устраиваются в основном в виде гнезд, кронштейнов либо с помощью приставных колонн. При значительных нагрузках и другой конструктивной либо архитектурной необходимости уменьшают шаг между балками, изменяют схему компоновки перекрытия или ставят промежуточные колонны.

Плиты по профилированному настилу в перекрытиях пониженной высоты имеют эстетичный внешний вид и могут быть оставлены в интерьере. Кроме этого их малый габарит позволяет произвести свободную разводку коммуникаций под потолком, а однородная прочность – крепление приборов инженерного оснащения к потолку практически в любой точке перекрытия.

Подвешенные этажи крепятся к выше-расположенным, новым или усиленным перекрытиям, покрытиям на подвесках. Такие этажи устраиваются, когда возможно обе-

спечить достаточную строительную высоту только верхних перекрытий, а подвести колонны снизу не представляется возможным (рис. 3.5.14).

Подвески работают на растяжение от веса присоединенных к ним этажей и выполняются из круглой стали, профильных элементов или канатов (рис. 3.5.15).

Подвешивание этажей позволяет разгрузить существующие перекрытия при сложности их усиления. Однако такое решение требует значительной строительной высоты главных несущих, обычно стропильных, конструкций. Также следует обеспечить несущую способность и конструктивную безопасность зон опирания и существующих стен, через которые происходит впоследствии трансляция усилий на фундаменты.

Технологически подвешиваемые перекрытия собираются сначала на временных подпорках или на существующих перекрытиях с подкладками. После того, как главные несущие конструкции установлены, ниже-расположенные перекрытия подвешиваются с обеспечением включения в работу всех подвесок с помощью специальных устройств натяжения. Временные подпорки и подклад-

ки должны быть обязательно демонтированы во избежание передачи любых нагрузок от подвешенных этажей в пролете на другие конструкции. При этом следует отметить, что подвешенные на опорах этажи, как правило, опираются на существующие конструкции стен, колонн и т. п.

Подвешивание этажей позволяет устроить дополнительные площади в здании, а также бесколонные пространства ниже самих подвешенных перекрытий. Поскольку сталь в подвесках работает преимущественно на

растяжение, подвешивание этажей является компактным, экономически выгодным и архитектурно привлекательным решением. Другой стороной является наличие самих подвесок в пространстве выше подвешенных перекрытий и возможная их уязвимость к горизонтальным нагрузкам, а также обеспечение живучести.



Рис. 3.5.15 – А – подвешивание чердачного этажа на тросах к стропильным балкам при восстановлении кинотеатра «Жовтень», стропильные балки опираются на существующие стены через монолитный пояс, г. Киев, 2015 г.; Б – обустройство подвесных этажей при реконструкции в общественном здании Horizon Field Hamburg, 2012 г. (Rawson Hall 1904 г.)

3.6 ЗАМЕНА ИЛИ ДУБЛИРОВАНИЕ ВСЕГО КАРКАСА

Замена или дублирование всего каркаса осуществляется для:

- восстановления или усиления конструкций при неудовлетворительном техническом состоянии;
- временного подкрепления с целью консервации или осуществления этапов реконструкции;
- перенаправления силового потока при возрастании нагрузок;
- устройства новых проемов, изменения функционального назначения и т.д.;
- облегчения стен здания, уменьшения нагрузки от них на другие конструкции;

- замены перекрытий и покрытий для уменьшения их строительной высоты с целью изменения шага колонн.

В общем, если при введении каркаса нет привязки к существующему фасаду или других требований, то с помощью данного метода возможна реализация всех возможных изменений внутри формы (см. табл. 2.3.1).

Для **замены или дублирования всего каркаса** применяют:

- внешние каркасы;
- внутренние каркасы.

В отличие от замены стен, замена или дублирование всего каркаса означает обу-

строительство новых или замену существующих фундаментов здания, а также перекрытий и кровли. При этом существующие элементы здания частично оставляются как самонесущие или ограждающие, а всю основную несущую функцию берет на себя новый каркас.

Внешние каркасы применяют преимущественно в качестве комплексной временной контраварийной меры с целью остановки или предотвращения развития разрушительных процессов, а также в качестве технологического мероприятия – для

поддержания (*Retention*) здания на период реконструкции. Также внешние каркасы применяют для увеличения устойчивости и надежности зданий к сейсмическим или другим воздействиям.

Введение **внешних каркасов** в качестве технологического мероприятия обычно применяется для сохранения стен, перекрытий и покрытий зданий, имеющих историческое значение или являющихся неотъемлемой составляющей конструктивной безопасности (рис. 3.6.1).

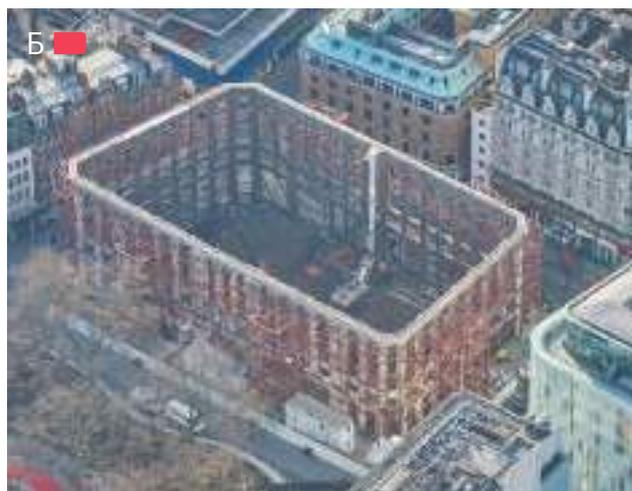


Рис. 3.6.1 – А – внешний постоянный каркас музея «Золотые ворота» вокруг исторических руин в г.Киеве, 1982 г.; Б – временный внешний каркас поддержания исторических стен с последующим возведением каркаса внутри здания LSQ London 2016 г. (см. также рис. 3.6.6)

Внешние каркасы устраивают обычно из элементов замкнутого сечения с целью обеспечения равностойкости и долговечности от воздействия атмосферы и осадков. Для большей несущей способности и пространственной жесткости применяют

решетчатые каркасы, которые также позволяют равномерно распределить нагрузку на новые фундаменты (рис. 3.6.2). Существующие конструкции временно или окончательно крепят к каркасу хомутами, затяжками и т. п. Временные конструкции



Рис. 3.6.2 – Реконструкция здания San Francisco Industrial Software с применением внешнего временного стального каркаса; конечный вид, Сан-Франциско, США

должны оставаться до включения в работу новых элементов.

Исторически технология, при которой остается фасад здания, а внутренний каркас перестраивается, известна также под названиями **фасади́зм** (*façadism*) или **фасадо́мия** (*façadomy*), и зародилась она во второй половине 20 века. Основной причиной замены внутренних конструкций является рост функциональных требований к внутреннему пространству, в то время как фасад не теряет интеграции в существующую архитектурную среду. **Замена или дублирование всего**

каркаса позволяет реализовать во внутреннем пространстве пролетные открытые решения, увеличить высоту потолков, установить новое технологическое оборудование, лестницы, лифты и т. п. или добавить этажи, увеличить полезную площадь (рис. 3.6.3, рис. 3.6.4). Для этого внешние стены также усиливаются или к ним обустройстваются новые элементы.



Рис. 3.6.3 – Реконструкция Белого Дома (Вашингтон, США) с заменой стен и подведением стального каркаса, США, 1948–1952 гг.

Внутренние каркасы, как и при замене стен (см. выше) могут быть врезными – тогда они образуются сталекирпичными и сталебетонными ригелями и колоннами, а также независимыми стоечно-ригельными системами (рис. 3.6.5) [104].

Врезные каркасы можно обустроить в зданиях с минимальным и постепенным вмешательством в конструкцию, без отселения жителей, действуя захватками, что является основным их преимуществом. Такие каркасы устраиваются со сталекирпичны-



Рис. 3.6.4 – Подведение дублирующего внутреннего каркаса – ригелей, колонн, перекрытий и фундаментов под аварийную стену и ригели в здании на ул. Крещатик в г. Киеве, Украина, 2013 г.

ми и сталебетонными ригелями, подробно описанными выше. Недостатком различных каркасов являются значительные габариты и, в известной степени, зависимость от начального внутреннего каркаса.

Внутренние независимые каркасы дают максимум функциональности и возможностей реорганизации пространства. Как правило, они устраиваются после того, как внешние постоянные каркасы использова-

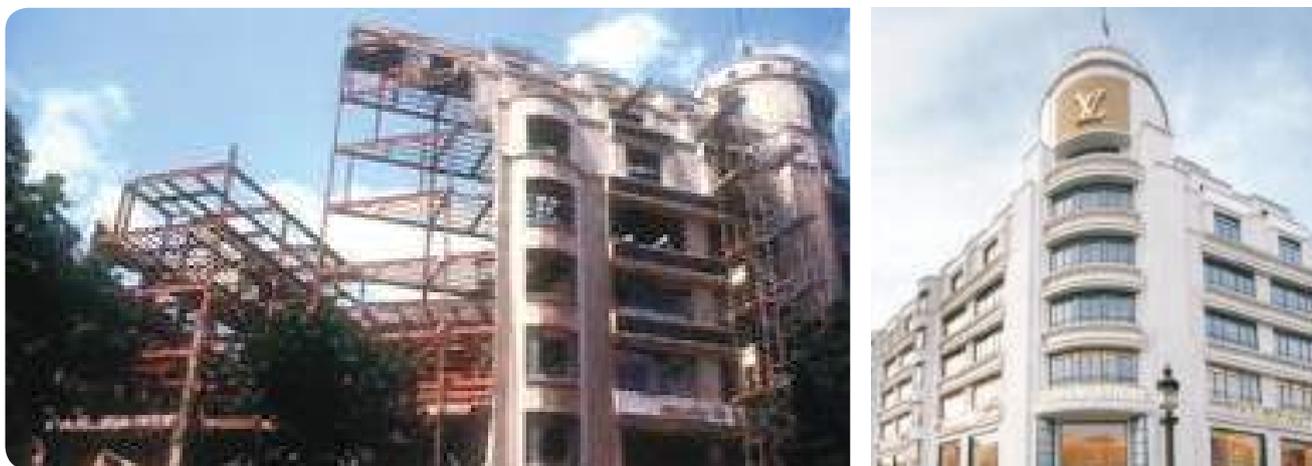


Рис. 3.6.5 – Введение внутреннего стального каркаса при реконструкции магазина 19 века в Париже, Франция, на пересечении ул. Georges V и Champs-Élysées, 1993 г.

ны для поддержания контура стен или других конструкций. Но также широко применяются и временные внутренние каркасы, которые могут иметь вид пространственных стоечно-ригельных, решетчатых и подкосных

систем. Такие системы применяются, если внешнего раскрепления недостаточно или его возможные габариты ограничены, для проведения подземных работ и т. п. Для внутренних каркасов применяют двутавровые



Рис. 3.6.6 – Введение внутренних временных раскреплений (А) и постоянного каркаса (Б) с заменой кровли здания LSQ London, Великобритания, арх. бюро Make, конструктив бюро Waterman 2016 г.

перфорированные, коробчатые, сквозные и решетчатые сечения (рис. 3.6.6 – рис. 3.6.9).

При проведении работ по обустройству как постоянных, так и временных дублирующих каркасов следует обращать внимание на обеспечение устойчивости и конструктивной безопасности существующего здания, а также его защиту от внешней среды. По

мере возведения внутреннего каркаса готовые перекрытия могут выступать дисками жесткости, раскрепляющими стены, при условии, что это предусмотрено конструктивно. Также перекрытия совместно со стенами воспринимают и перераспределяют различные нагрузки. После возведения внутреннего каркаса и перекрытий устраивают кров-



лю, которая также опирается на внутренний каркас.

Таким образом, мы рассмотрели весь спектр возможных изменений здания в пределах его конструктивной и архитектурной формы. Однако особенностью применения стальных конструкций при реконструкции

являются возможности действовать не только в пределах, но и за пределами формы, что рассматривается далее.

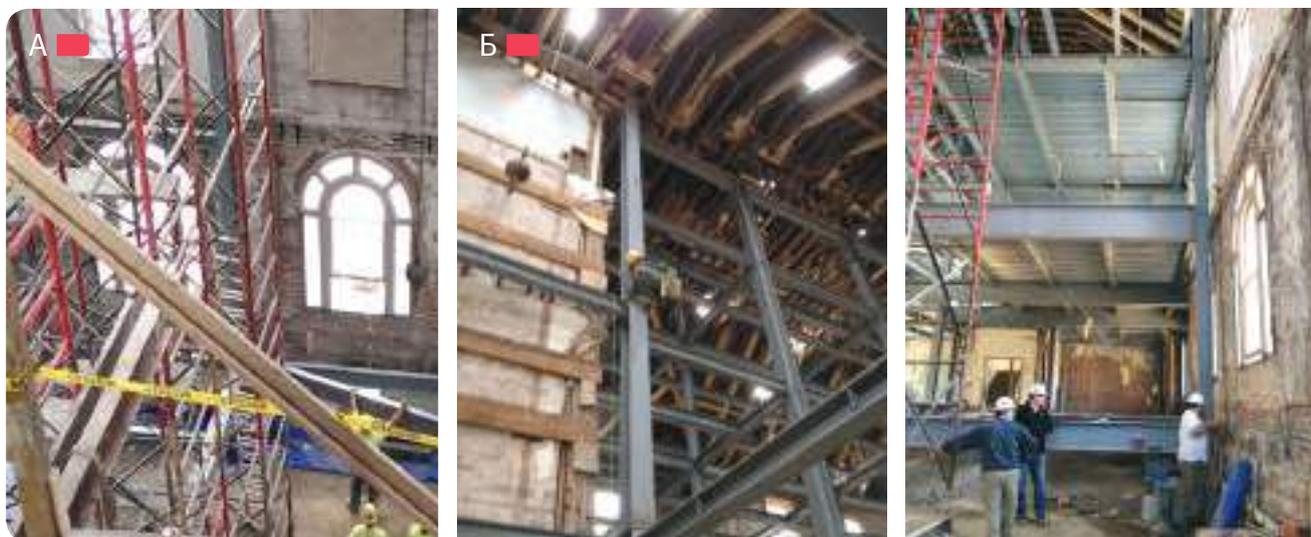


Рис. 3.6.7 – Внутренний временный (А) и постоянный (Б) каркасы при реконструкции здания 1908 г. Becht Hall в ун-те г. Clarion, США, 2015 г. арх. бюро PWWG

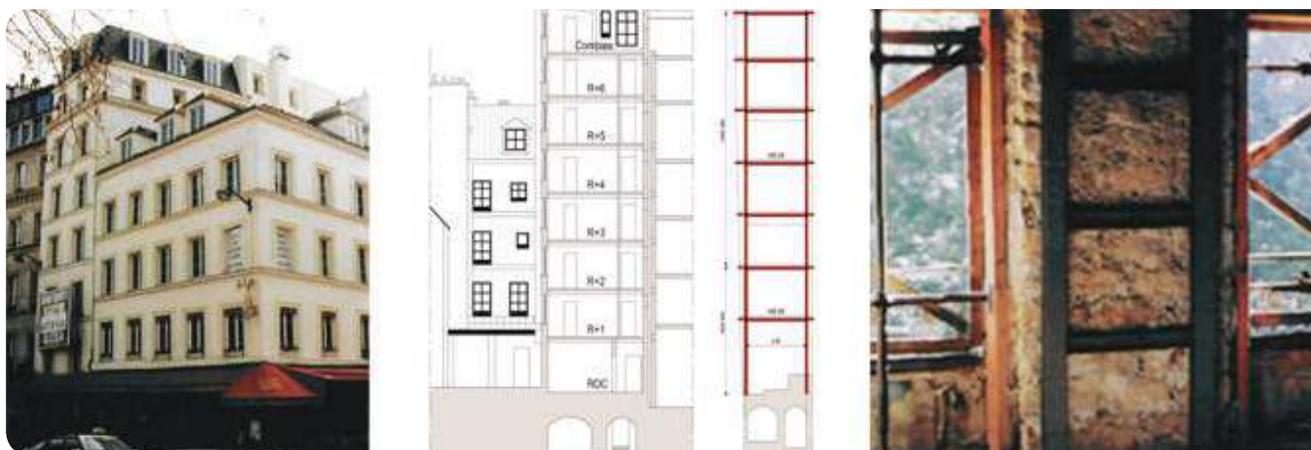


Рис. 3.6.8 – Замена внутреннего каркаса исторического здания в Париже [115]

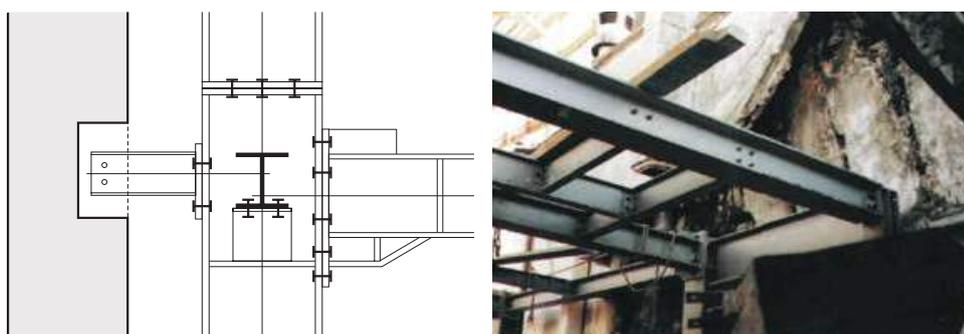
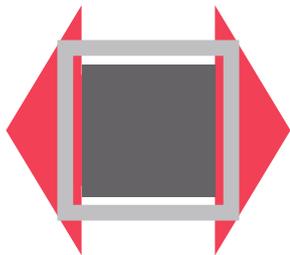


Рис. 3.6.9 – Узлы внутреннего каркаса с креплением к нему существующих стен исторического здания в Париже [115]



ТИПОЛОГИЯ ПРЕВРАЩЕНИЯ АРХИТЕКТУРНОЙ И КОНСТРУКТИВНОЙ ФОРМ ЗА ИХ ПРЕДЕЛАМИ

Если мы хотим увеличить высоту кирпичного дома, то знаем, что для этого нужен более мощный фундамент и более мощные стены. Однако высота кирпичных строений имеет реальный предел, поскольку необходимо все более увеличивать толщину стен. Поэтому инженер меняет материал, из которого изготавливают основные несущие конструкции. Вместо кирпича он использует сталь. Таким образом, если нам необходимо увеличить конструкцию, мы можем изменять три ее параметра: размеры сечений, материал или сам проект.

К. Шмидт-Ниельсен

За пределами формы строительный объем расширяется за счет выхода наружу, надстроек сверху, заполнения контура, пристроек сбоку и освоения пространства под зданием.

4.1 ВЫХОД КОНСОЛЯМИ

Консоли – эффективные решения для реконструкции в условиях уплотненной застройки, когда нет возможности расширить форму здания в пределах нижнего контура, вынести колонны для поддержания нового верхнего контура и т. д.

- Выход консолями применяют с целью:
- увеличения полезных площадей помещений;
 - образования новых технологических помещений, таких как балконы, лестницы и т.д.;
 - установки нового оборудования за пределами формы здания;
 - создания защиты от солнца и атмосферных осадков;
 - выполнения архитектурных требований.

Средствами для реализации **консолей** являются (см. подробнее *рис. 4.1.1*):

- участки плит перекрытий;
- сплошные и сквозные ригели;
- подкосные и подвесные системы;
- аутригеры.

Применение консолей позволяет увеличить эксплуатируемый объем здания и, таким образом, избежать увеличения его этажности. Консоли позволяют организовать в здании балконы, лоджии, видовые террасы, площадки под инженерное оборудование и т.п., что повышает капитализацию здания и влияет на его внешний облик.

Главной из трудностей при обустройстве консолей является восприятие от них изгибающего момента, приходящего на основной каркас здания. Это обеспечивается с помощью подведения стоек, заземления и анкеровки в стенах (для кирпичных и бетонных массивных зданий) или посредством прикрепления к рамному или решетчатому каркасу. Следует помнить, что увеличить толщину стены в условиях

реконструкции обычно не представляется возможным. Наибольшие вылеты достигаются, когда есть возможность создать неразрезность на стене путем пропускания консоли через нее или установкой консоли по верху стен.

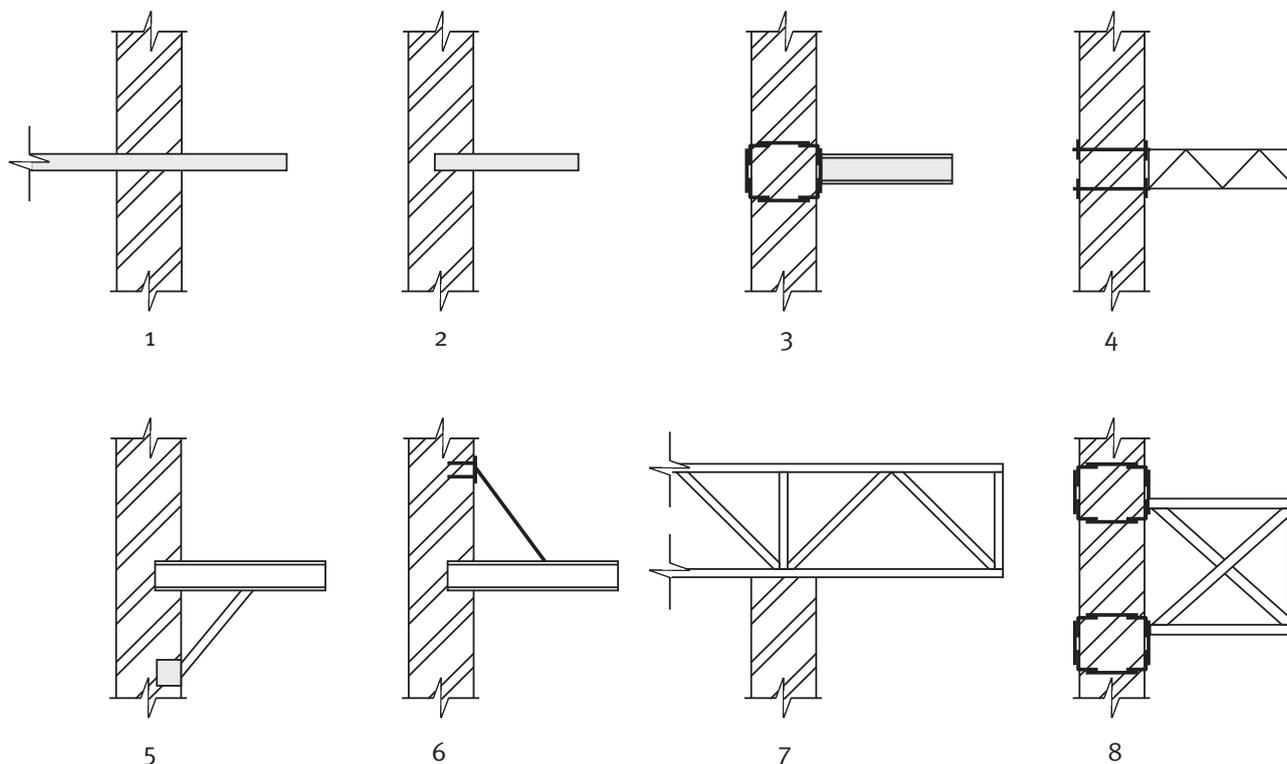


Рис. 4.1.1 – Типы организации консолей от стен в условиях реконструкции: участками плит перекрытий: 1 – с пропусканием через стену; 2 – заземлением в нее; 3 – сплошными балками к сталекирпичному ригелю; 4 – решетчатыми ригелями со сквозными шпильками и пластинами; 5 – балками с подкосами к монолитному поясу; 6 – подвесами к пластине на химических анкерах; 7 – аутригерами поверх стен; 8 – аутригерами к сталебетонным ригелям

Таблица 4.1.1

Консоли в условиях реконструкции

Тип консоли	Вылет, м
участки плит перекрытий	2..3
сплошные и сквозные ригели	6..8
подкосные и подвесные системы	5..10
аутригеры	8..12

В табл. 4.1.1 приведены максимальные вылеты консолей в условиях реконструкции. При реконструкции стальных каркасов вылеты консолей могут достигать больших величин, чем указано в таблице.

Технологической особенностью консольных элементов, особенно вылетом более 2 м, является необходимость подкрепления на время монтажа, что не всегда возможно с учетом необходимости установки лесов за пределами контура формы

здания. Этого можно избежать только с помощью специальных приспособлений, временно крепящих консоли выше в здании.

Участки плит перекрытий выпускают от балок по неразрезной схеме, плиты при этом могут быть уложены по стальному профилированному настилу. Другим вариантом является выпуск консольных плит непосредственно от стен, в этом случае они могут быть монолитными с металлическим контуром, обычно из прокатных швеллеров (рис. 4.1.3).

Для уменьшения веса также применяют ортотропные плиты с металлическим настилом, без применения бетона. Консольный вынос плит от балок возможен в пределах **2..3 м**.

При защемлении в стенах применяют анкерочные системы либо стальные и монолитные пояса, изготовленные в прорезанных штрабах. Анкерочные системы могут предусматривать химические или расклинные анкеры, а также шпильки с соответствующими пластинами на другой стороне стены (рис. 4.1.2, п. А).

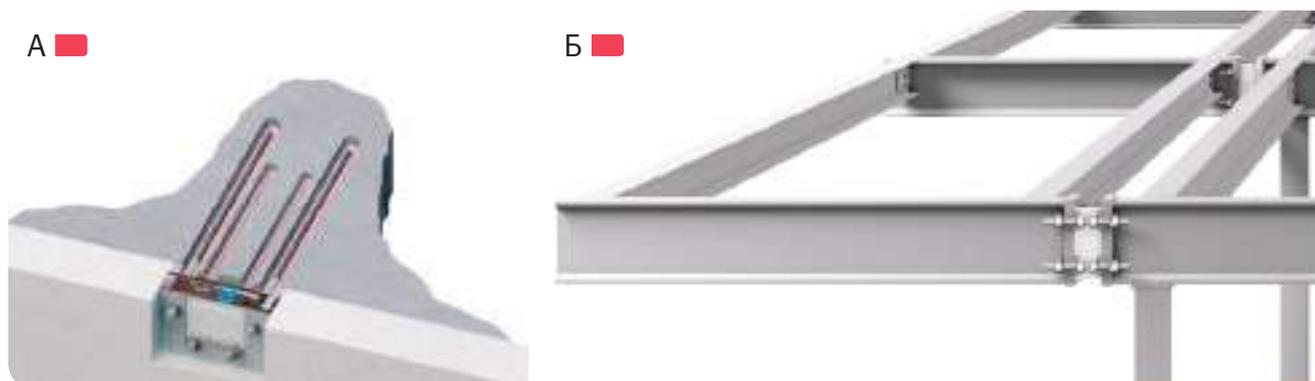


Рис. 4.1.2 – А – крепление закладной детали в массив кирпича или бетона на химических анкерах для дальнейшей организации консоли; Б – крепление балочной консоли к существующему стальному каркасу с помощью шпилек через термопрокладку для предотвращения мостиков холода.



Рис. 4.1.3 – Реконструкция здания La Minoterie во Франции с образованием балконов при помощи плит, балок и подвесов, проект бюро Tank Architectes, 2008 г.

Ригели для организации консольных выносов также могут быть заземлены при помощи специальных креплений в кладке или могут быть выпущены от существующего каркаса. Ригели сплошного сечения выполняют из прокатных и сварных сечений швеллеров, двутавров, коробчатых профилей (рис. 4.1.3, рис. 4.1.4, п. А, рис. 4.1.6 п. Б).

Сквозные ригели консолей образуют перфорированными балками или решетчатыми конструкциями, что позволяет повысить эффективность их работы и уменьшить металлоемкость. Консоли из сплошных и сквозных ригелей при реконструкции, как правило, устраивают не более **6..8 м**.

Подкосные и подвесные системы позволяют перераспределить изгибающий момент

и поперечную силу на вышерасположенные или другие конструкции каркаса, снижая фактическую консольность без уменьшения вылета от стены, который может достигать **5..10 м**.

Подкосы устраивают из прокатных или сварных профилей. Поскольку они обычно находятся за пределами ограждающей оболочки здания, сечение подкосов выбирают из профилей замкнутого сечения или труб с целью увеличения стойкости против коррозии (рис. 4.1.5 п. А). Подвесы должны работать только на растяжение, для чего соб-



Рис. 4.1.4 – А – установка сварной балочной консоли для организации угловой входной группы Дома Профсоюзов в Киеве; Б – стальной навес, обшитый композитными панелями музея искусств Альбертина г. Вена, Австрия



Рис. 4.1.5 – А – консольный навес с подкосами при регенерации железнодорожной станции Aberystwyth, Великобритания, проект бюро Atkins 2014 г.; Б – преобразование завода мясных консервов в современные бутики с консольным навесом с подкосами на Манхэттене, США

ственный вес консоли должен быть всегда больше, чем нагрузочный эффект ветрового отсоса, стремящегося приподнять элемент. Сечение подвесов устраивают из круглой или листовой стали (рис. 4.1.5 п. Б), а также с применением канатов. Угол наклона подкосов и подвесок к консоли должен быть не менее 45 градусов, рационально – 60..70.

Аутригеры для организации консолей являются крупными балками или фермами, воспринимающими вес сразу от нескольких этажей, или обустраиваются на всю высоту этажа (рис. 4.1.6 А, рис. 4.1.7, рис. 4.1.8), по аналогии с аутригерами для замены колонн

(см. выше). Сечение таких элементов принимают сварным из листов или решетчатым из прокатных и сварных профилей. Вынос аутригерных консолей определяется параметрами здания и другими ограничениями, но, как правило, принимается при реконструкции не более **8..12 м**. В виде исключения, в случае применения независимых, дублирующих каркасов, пролет может быть увеличен до **14..15 м**.

При расчете возможности установки консольных элементов в реконструируемом здании следует особо учитывать прогибы края консоли, которые определяются как



Рис. 4.1.6 – А – выход решетчатыми консолями при реконструкции фармацевтической фабрики «Дарница» в г. Киеве, 2002 г. (также см. рис. 1.2.2); Б – преобразование склада в офисное здание в г. Стамбуле, Турция, с консолями из двутавров, проект бюро Erginoglu & Calislar 2009 г.



Рис. 4.1.7 – А – организация консоли с помощью аутригеров при реконструкции старого кирпичного гаража в современный офис, Франция, арх. Н. Arnod, 2014 г.; Б – консольный аутригер с обшивкой листами атмосферостойкой стали в реконструированном Музее Соли в Salins-les-Bains, Франция, арх. Malcotti Roussey, 2009 г.

ее жесткостью, так и жесткостью основного каркаса, прочностью креплений между ними [33]. Также необходимо контролировать собственную частоту колебаний при возможных вибрациях и осуществлять дополнительные проверки каркаса и фундаментов существующего здания. Консоли не должны оказывать существенного влияния на окружающую застройку, перегружать основание, создавать затененность и нарушать архитектурно-эстетический облик соседних зданий.

Другой особенностью консолей является то, что они создают мостики холода в здании в месте примыкания. Во избежание этого применяют дополнительное утепление узлов или термопрокладки между консольным элементом и основным каркасом (см. рис. 4.1.2 п. Б).



Рис. 4.1.8 – Консоль аутригера при реконструкции жилого здания в г. Broughshane, Сев. Ирландия, Великобритания, проект бюро McGarry-Moon 2013 г.

4.2 ДОСТРОЙКА ИЛИ ЗАПОЛНЕНИЕ ПРОСТРАНСТВА

При **достройке к существующему каркасу** на свободном участке возле здания к нему обустраиваются новые части, дополняя контур и развивая форму, без увеличения этажности и высоты здания. **Заполнение пространства** предусматривает перекрытие или освоение площадей в контуре здания, но за пределами его формы.

Это осуществляется с целью:

- увеличения полезных площадей помещений;
- образования новых этажей;
- уменьшения тепловых потерь;
- создания защиты от солнца и атмосферных осадков;
- установки нового технологического оборудования;

- обновления фасадов и выполнения архитектурных требований.

Средствами для **достройки и заполнения пространства являются:**

- конструкции с отдельными фундаментами;
- конструкции, опирающиеся на существующие элементы здания.

Также широко используются **комбинированные варианты**, когда новые элементы частично опираются на существующие конструкции, а частично – на вновь создаваемые. Системотехника возможных схем достройки или заполнения пространства здания при реконструкции приведена на рис. 4.2.1. Схему выбирают в каждом конкретном случае в зависимости от формы

здания, ограничений участка и поставленных задач реконструкции.

Достройка с отдельными фундаментами (рис. 4.2.2 п. А) позволяет не передавать на здание нагрузки от новых конструкций, а также частично перенять на себя ветровую и снеговую нагрузку, приходящую на здание.

Для достройки используют независимые или приставные каркасы, дополняющие существующий объем, а для заполнения пространства перекрытиями и покрытиями их опирают на отдельные колонны, на существующие стены или на элементы зданий.

Достройка дает возможность организо-

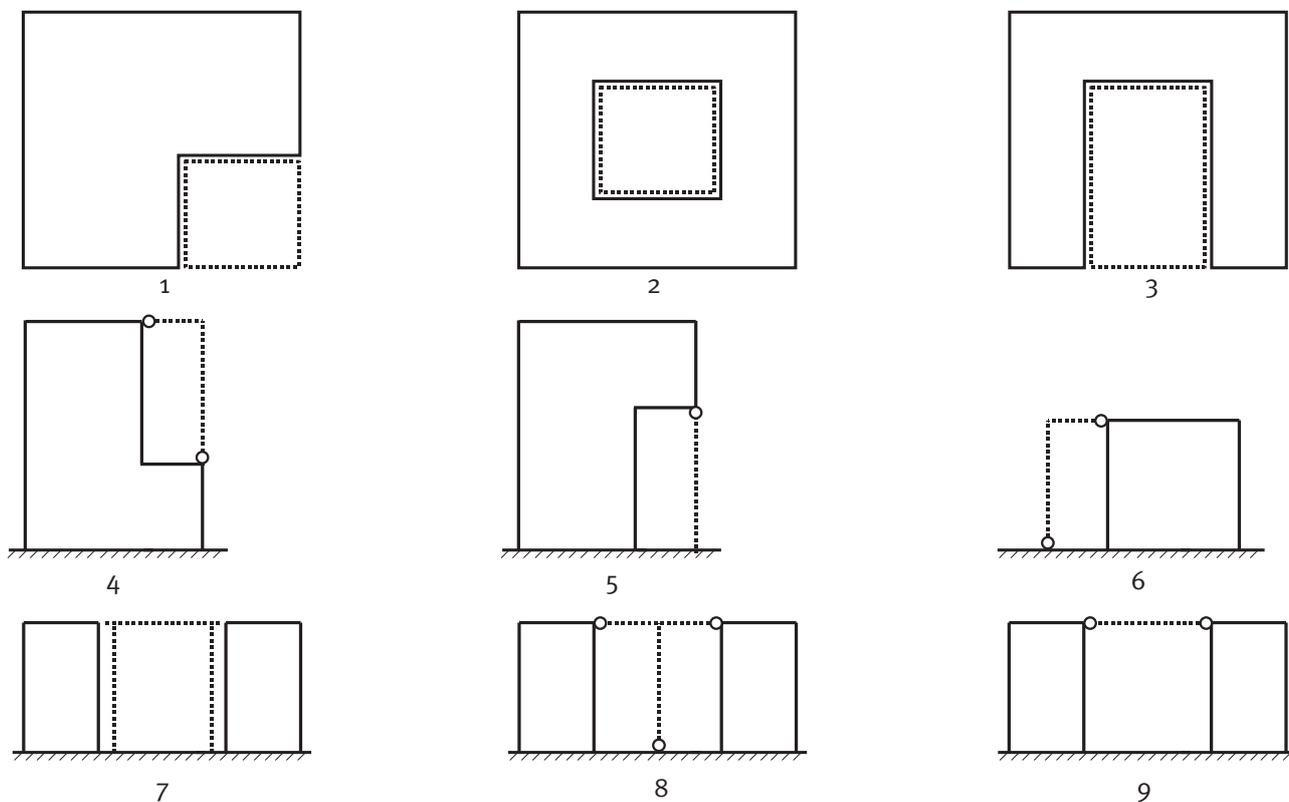


Рис. 4.2.1 – Схемы: 1 – достройка в плане, 2 – заполнение внутреннего двора, 3 – заполнение атриума в плане, 4-6 – достройки в разрезе; заполнение пространства в разрезе: 7 – с независимым рамным каркасом, 8 – с комбинированным опиранием, 9 – с опиранием на существующие стены

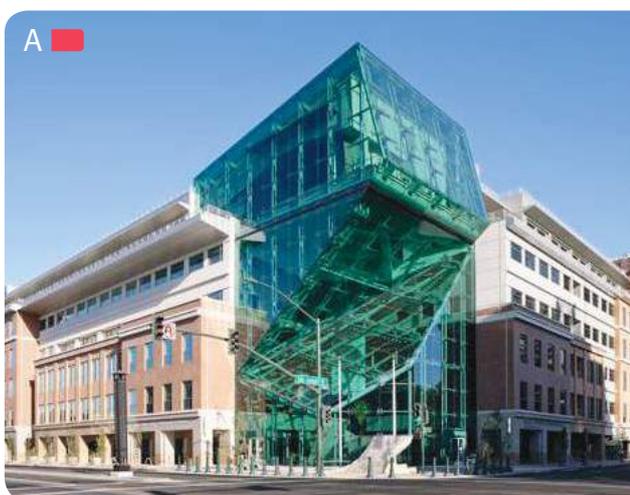


Рис. 4.2.2 – А – достройка входной группы здания San Joaquin County с отдельными фундаментами, г. Stockton, США, 2008 г.; Б – подведение сталежелезобетонных пилонов для удержания консольной части здания с последующей достройкой в центре Киева, 2017 г. (см. также рис. 3.3.5, п. Г)

вать ресепшн-лобби, холлы, торговые залы, патио и т. п. Нередко достройку осуществляют с обширным или сплошным остеклением, т. к. это позволяет избежать уменьшения инсоляции помещений через окна, которые может перекрывать достройка.

Достройка при опирании на существующие фундаменты здания применяется при



Рис. 4.2.3 – Достройка торговых залов при опирании на существующий этаж Эйфелевой башни, Париж, Франция, проект бюро Moatti-Rivière, 2013 г.



Рис. 4.2.4 – Достройка пространства между ядрами ТРЦ Peak Tower 1997 г. в Гонконге, Китай, Арх. TFP Farrells, конструкторив Arup, 2006 г.



Рис. 4.2.5 – А – достройка здания Academia de Música de Roubaix с комбинированным опиранием на новые колонны и существующие стены, г. Roubaix, Франция, проект Zig Zag Architecture 2013 г.; Б – достройка с опиранием на существующие фундаменты

восстановлении здания после частичного разрушения или при наличии существующего фундамента, например плитного, под большей частью контура здания, что позволяет его расширить (рис. 4.2.5 п. Б). Также к этому типу относится подведение отдельных пилонов и колонн для восприятия усилий от нависающих консольных частей зданий или в проемах (рис. 4.2.1 п. 5, рис. 4.2.2 п. Б).

Если несущей способности существующих конструкций фасада достаточно, применяется комбинированное опирание конструкций, что уменьшает затраты на фундаменты и количество стоек.

При достройке к фасадам в качестве сечений колонн обычно применяют трубчатые или замкнутые профили, а также сварные из листов. Для несущих конструкций покрытий



Рис. 4.2.6 – А – заполнение пассажа с преобразованием во входную группу с помощью стальных ферм фахверка и покрытия в Howard University, Louis Stokes Health Sciences Library, г. Вашингтон, США, проект Hillier ArchitecturePSG; Б – «стеклянный двор» с металлическим каркасом Еврейского музея в Берлине, Германия, 1998 г., арх. Д. Либескинд



Рис. 4.2.7 – Заполнение внутреннего двора атриумом со стальным покрытием фермами: А – на независимом каркасе в музее им. Т. Шевченко в г. Киеве, 2015 г.; Б – при опирании на существующие стены для накрытия светопрозрачным тентом во дворе королевского дворца в г. Вена, Австрия

используют сквозные и сплошные ригели, фермы с промежуточными прогонами, а также рамы (рис. 4.2.2 п. А, рис. 4.2.5 п. А).

Достройка при опирании на существующие фундаменты может использовать и существующие конструкции, заполняя сво-

бодное внутреннее пространство внутри формы. Для этого используют балочные клетки, подвесные этажи и другие варианты конструкций (рис. 4.2.3, рис. 4.2.4).

Заполнение внутреннего пространства позволяет использовать двор или пассаж

здания (рис. 4.2.6.) для организации атриумов, общественных и торговых площадей, фуд-кортов, выставочных залов.

При использовании отдельных фундаментов (рис. 4.2.7 п. А), заполнение выполняется в виде независимого рамного каркаса,

не передающего вертикальных нагрузок на существующее здание. Вместо этого такой



Рис. 4.2.8 – Заполнение пространства с применением: А – стальных ферм покрытия при реновации медицинского корпуса Wake Forest University, г. Winston Salem, США, 2013 г.; Б – вантового арочного купола для расширения зоны экспозиций в музее Лувр, г. Париж, Франция, арх. Ю. Пей, 1991 г.

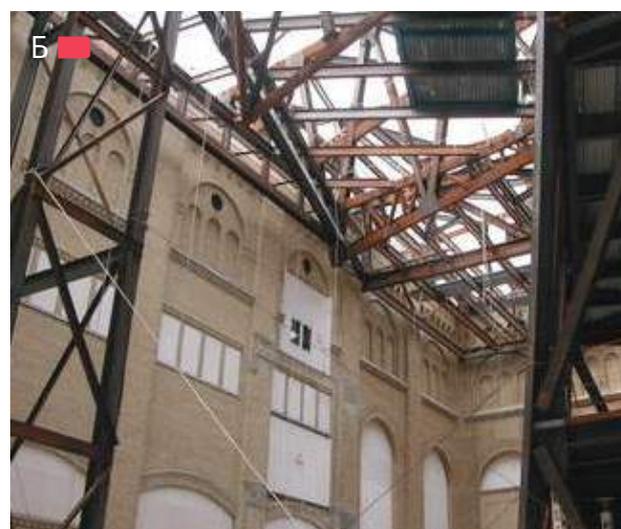


Рис. 4.2.9 – Пристройка к зданию 1914 г. музея Royal Ontario в г. Торонто, Канада, создает иллюзию врезки в основную форму, арх. Д. Либескинд, 2007 г.

каркас может быть раскреплен к зданию, либо наоборот, сам служить в качестве дополнительного средства раскрепления стен.

Независимые каркасы для заполнения внутреннего пространства выполняются, как правило, с жестко закрепленными колоннами и шатрами покрытия, с применением ферм, перекрестных балок и других конструкций, как при новом строительстве.

Если для опирания используется существующий каркас здания, то конструктивно покрытия выполняют в виде одно- или двухслойных структур, арок, перекрестных систем балок и ферм (рис. 4.2.8, рис. 4.2.9). При проектировании

стараясь визуально облегчить конструкцию для большей светопрозрачности, создав, в то же время, больше точек крепления на стены или ригели для равномерного распределения дополнительной нагрузки (рис. 4.2.8 п. Б).

Технология достройки может предусматривать частичное приостановление выполнения внешней и внутренней функции на период проведения работ, в то время как конструктивно-организационные мероприятия для заполнения пространства несущественно влияют на функцию, если только не являются частью общего проекта реконструкции здания.

4.3 НАДСТРОЙКА И ВОЗВЕДЕНИЕ НАД СУЩЕСТВУЮЩЕЙ ФОРМОЙ

Надстройка и возведение над существующей формой зданий являются распространенными конструктивными и архитектурными приемами, позволяющими выйти за пределы вертикального габарита формы вверх, но остаться в пределах контура формы в плане.

Это позволяет добиться:

- увеличения полезных площадей помещений;
- появления новых этажей;
- размещения нового технологического оборудования;
- замены кровли для защиты от солнца и атмосферных осадков;
- изменения внешнего облика здания с сохранением исторического фасада;
- выполнения архитектурных требований.

Надстройка осуществляется с использованием:

- каркасов, опирающихся на существующие элементы здания;
- независимых внутренних каркасов.

Возведение над существующей формой осуществляется только с помощью независимых внешних каркасов.

Системотехника схем надстройки и возведения над существующей формой приведена на рис. 4.3.1.

При **надстройке с опиранием на существующие элементы** здания критичными являются прочность и устойчивость наклонных конструкций, которые при увеличении нагрузок могут потребовать усиления. Наибольшая нагрузка при надстройке прихо-

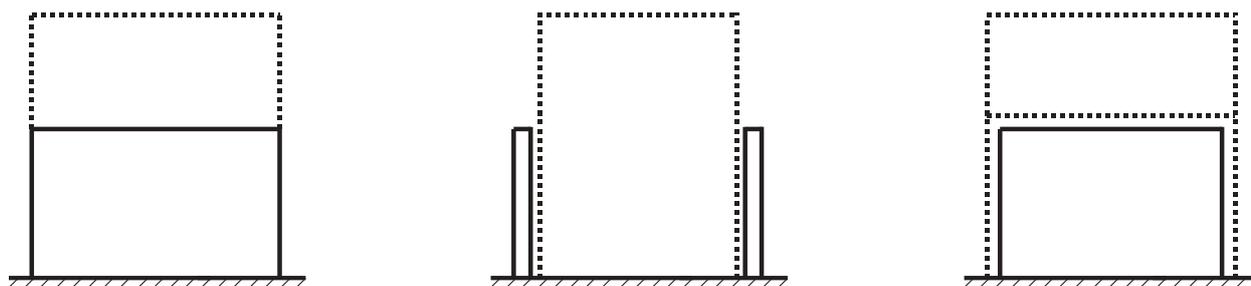


Рис. 4.3.1 – Схемы: 1 – надстройки при опирании на существующие элементы здания; 2 – тоже, с внутренним каркасом; 3 – возведение над существующей формой независимого внешнего каркаса

дится на первые этажи и стены подвала, а их усиление в силу ограниченности доступа не всегда возможно. Также следует учитывать прочность грунтового основания и возможные осадки фундаментов. По верху здания перед надстройкой часто применяют обвя-

зочные монолитные или стальные пояса для скрепления и увеличения жесткости здания,

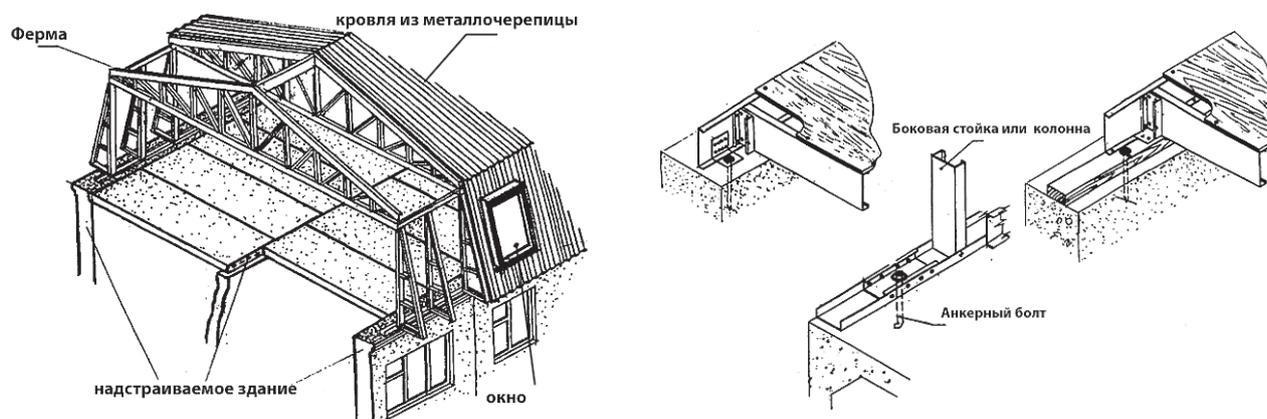


Рис. 4.3.2 – Типовые узлы надстройки здания из ЛСТК с опиранием на существующие элементы

а также для более равномерного распределения нагрузки на нижерасположенные конструкции. Существенным ограничением надстройки является необходимость привязки ее конструктивных и архитектурных решений к существующим под ней конструкциям, в которых должны быть учтены геометрия, техническое состояние, несущая способность фундаментов, наличие пролетов, коммуникационных блоков, лестниц и т. п.

С целью уменьшения веса каркаса, надстраиваемого на здание, его могут выполнять из легких стальных тонкостенных гнутых элементов (ЛСТК, рис. 4.3.2), а также с помощью перфорированных рам, балок с гибкой стенкой и замкнутых профилей (рис. 4.3.3–4.3.5). Уменьшение веса дает также преимущество в скорости и технологичности монтажа надстройки, который может осуществляться компактными стреловыми кранами на кровле, автокраном или средствами малой механизации. Вынужденная разборка кровли для надстройки на период реконструкции требует компенсирующих мероприятий по временной защите от осадков и водоотведению.

Арочные и наклонные формы кровли надстройки вызывают появление в месте

опирания на здание распорных усилий, что должно быть компенсировано установкой затяжек. В качестве затяжек также могут выступать диски и балки вновь создаваемых перекрытий.

Данный тип реконструкции является одним из самых распространенных, особенно в отношении устройства мансард – превращение чердачных этажей в жилые или общественные и увеличение их высоты. Также с помощью надстройки могут быть обустроены лаундж-зоны, бассейны, зимние сады, смотровые, вертолетные площадки и т.п. [77].

При использовании **независимых внутренних каркасов** существующие стены не нагружаются, а могут быть, наоборот, закреплены (рис. 4.3.7) к новому каркасу [112]. Впрочем, размещение новых фундаментов в непосредственной близости от уже существующих фундаментов также может перегружать основание под последними. Это, в свою очередь, вызывает необходимость дополнительного усиления или других конструктивных мероприятий, например, создания общего фундамента.

Вертикальные элементы независимого каркаса надстройки либо вертикально пропускают через существующие перекрытия,

оставляя их без изменений, либо демонтируют внутренний каркас и возводят новый. Последний случай, в сущности, является расширенным вариантом «фасадизма» с продолжением каркаса вверх за пределы формы существующих стен здания (рис.

4.3.6, рис. 4.3.8). Поэтому при строительстве независимого каркаса придерживаются аналогичных фасадизму конструктивных и технологических мер по временному подкреплению и удержанию существующих стен и т. п. (см. раздел 3.6).



Рис. 4.3.3 – Реконструкция фабрики в офисное здание с надстройкой двух этажей при опирании на существующие усиленные стены по ул. Коллекторная в г. Киеве, Украина, проект «Вартість», 2012 г.



Рис. 4.3.4 – Надстройка трех этажей с каркасом с решетчатыми ригелями перекрытий при опирании на существующие усиленные стены исторического здания 1901 в г. Сиэтл, США, 2010 г.



Рис. 4.3.5 – Надстройка 3-уровневой мансарды из гнутосварных стальных профилей и перфорированных балок над существующим 17-этажным зданием по ул. Кропивницкого, г. Киев, Украина, 2016 г.

Преимуществом независимых каркасов является значительное увеличение этажности по сравнению с примером опирания на существующие, даже усиленные, элементы здания. Колонны каркасов выполняют сварными из листов или труб, чтобы сделать сечения компактными, т. к. они влияют

на полезную площадь и функциональность пространства внутри формы. Наибольшим ограничением описанного средства высту-

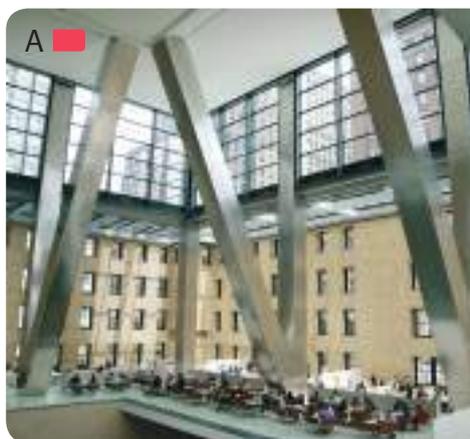


Рис. 4.3.6 – А – внутренний вид независимого каркаса и раскрепленного к нему фасада здания Hearst Tower, г. Нью-Йорк, США, арх. Foster + Partners, конструктив WSP Cantor Seinuk, 2006 г. (также см. рис. 1.2.3); Б – надстройка 6 этажей над зданием союза архитекторов Румынии, г. Бухарест, с внутренним независимым каркасом, 1990 г.; В – реконструкция здания CSAV в г. Valparaíso, Чили



Рис. 4.3.7 – Узлы раскрепления существующей стены к внутреннему новому каркасу и внешний вид после реконструкции здания Post Office, г. Leeds, Великая Британия

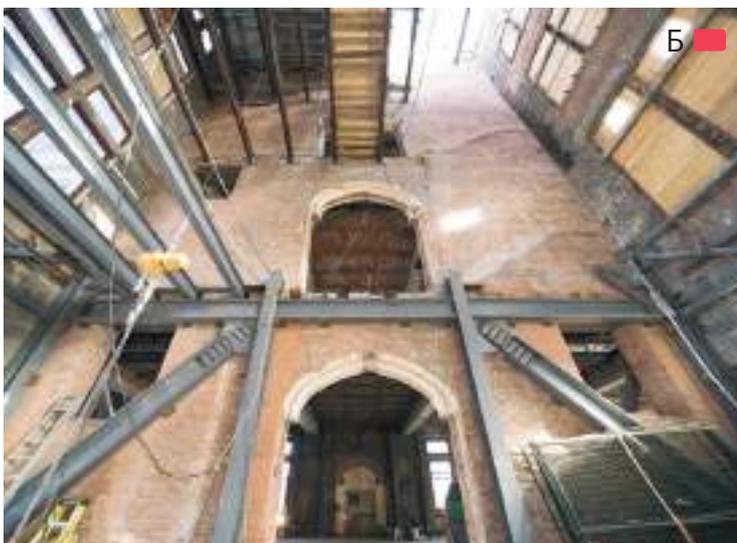


Рис. 4.3.8 – Реновация Музея Victoria Memorial в Канаде 1911 г., с введением независимого внутреннего каркаса, арх. проект бюро PKG и др., конструктив бюро Halsall, 2010 г.

пает существующая система здания. Иногда качественных архитектурно-планировочных решений не удастся получить, даже несмо-

тря на замену перекрытий новым каркасом из-за привязки проемов на существующем фасаде и т. п. Кардинальным решением

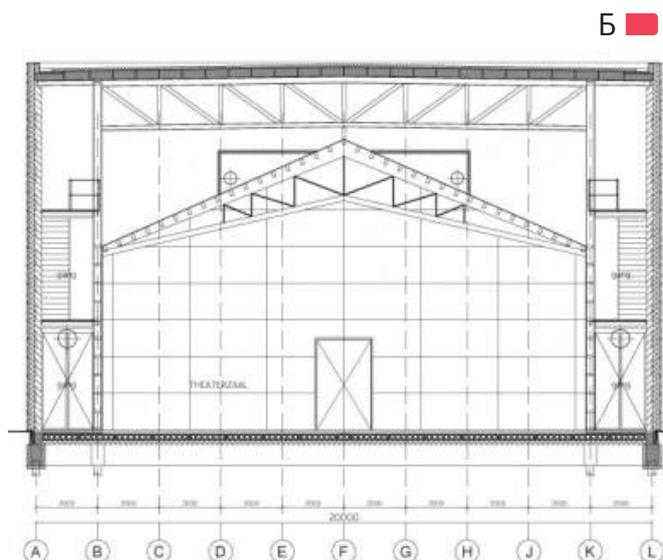


Рис. 4.3.9 – А – вид и разрез (Б) рамного каркаса над промышленным цехом при реконструкции под оперный театр О.Т. в г. Роттердам, Нидерланды, проект бюро Ziegler | Branderhorst, 2015 г.; В - возведение над зданием рамно-связевого каркаса для организации дополнительных этажей и площадей в жилой старой застройке без отселения жильцов

данного вопроса является полный отказ от привязки внутренних решений к внешней оболочке, которая в этом случае после реконструкции выполняет чисто ограждающие и декоративные функции (рис. 4.3.6 п. А).

Возведение над существующей формой применяют при отсутствии возможности приостановить функционирование здания на период реконструкции и при необходимости значительного увеличения этажности в стесненных условиях строительства. Такой прием не использует существующих элементов здания и не выходит за пределы формы в плане. Контур здания в плане оста-

ется, в основном, только в своих пределах, или несущественно выступает за них, но развивается вертикально вверх (рис. 4.3.9, рис. 4.3.10).

Очевидным преимуществом возведения над формой является скорость монтажа, относительная независимость решения каркаса от основного здания, получение качественных и значительных по величине надстроженных площадей, а также миними-



Рис. 4.3.10 – Возведение над существующим зданием пяти этажей без отселения жильцов на пл. Славы в Киеве, 2010 г.: А, Б – процесс выполнения, В – готовое здание, проект «Основа»

зация вмешательства во внутреннюю функцию. С другой стороны, наличие внешнего каркаса может влиять на инсоляцию помещений и «замораживает» существующие решения, влияя на общий вид здания.

Если кровля существующего здания наклонная, она должна быть разобрана. Выходы коммуникаций при этом выводятся наружу или пропускаются выше через вновь созданные этажи. Лестнично-лифтовые блоки также продолжают вверх или пристраиваются для верхней части отдельно.

Для организации этажа над существующим объемом, прежде всего, выполняют новые контурные фундаменты, как правило, глубокого заложения из буронабивных или вдавливаемых свай. В отличие от надстройки с внутренним каркасом, такие фундамен-

ты должны быть обязательно разделены с существующим зданием, т. к. разница деформаций новой и старой части здания может быть существенной.

На фундаментах возводят колонны, пилоны компактного замкнутого, сварного из листов, или составного сечения, которые часто выполняют сталебетонными или сталежелезобетонными для увеличения жесткости. Колонны присоединяют к зданию в уровне перекрытий с помощью специальных узлов, имеющих плавающий шарнир и не передающих вертикальных усилий на здание, но раскрепляющих колонны в главной плоскости (рис. 4.3.11). Из плоскости раскрепление колонн может обеспечиваться также указанными узлами либо ригельными элементами там, где их можно установить.

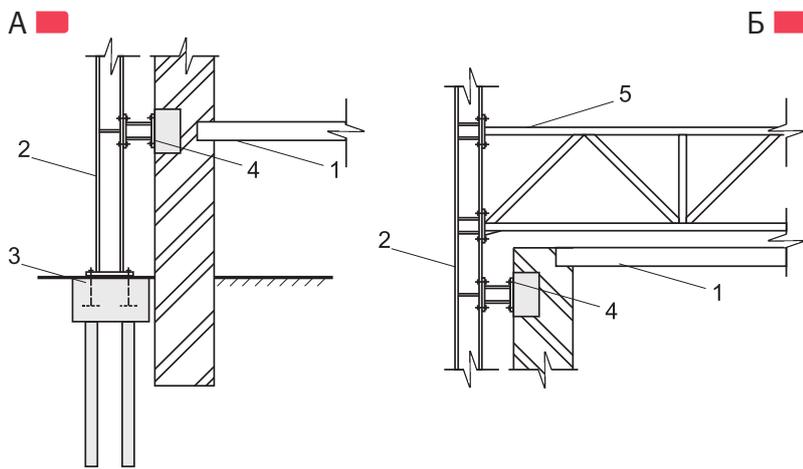


Рис. 4.3.11 – Узлы возведения над существующей формой: А – опорный; Б – обхождение кровли; 1 – существующее перекрытие и стена; 2 – колонна внешнего каркаса; 3 – свайный фундамент; 4 – анкерный узел в стене и кронштейн плавающего шарнира с овальными отверстиями; 5 – ферма нового перекрытия или аутригер с зазором

При возведении над формой необходимо перекрывать значительный пролет, но существует общее ограничение габарита здания и отдельных этажей. Поэтому сечения перекрытий выполняют с пониженной высотой

из ферм (рис. 4.3.10), перфорированных и шпренгельных балок. Другим вариантом является создание решетчатых аутригеров высотой в этаж и более, по которым устраиваются колонны верхней части.

4.4 ПРИСТРОЙКА И ВОЗВЕДЕНИЕ РЯДОМ С ФОРМОЙ

Пристройка возводится вне контура здания в плоскости, но является продолжением его внутренней функции и опирается на форму, не увеличивая ее высоты. **Возведе-**

ние рядом с формой всегда предполагает собственные каркасы и новую форму, которая соединяется с основной в отдельных местах. Это помогает достичь:

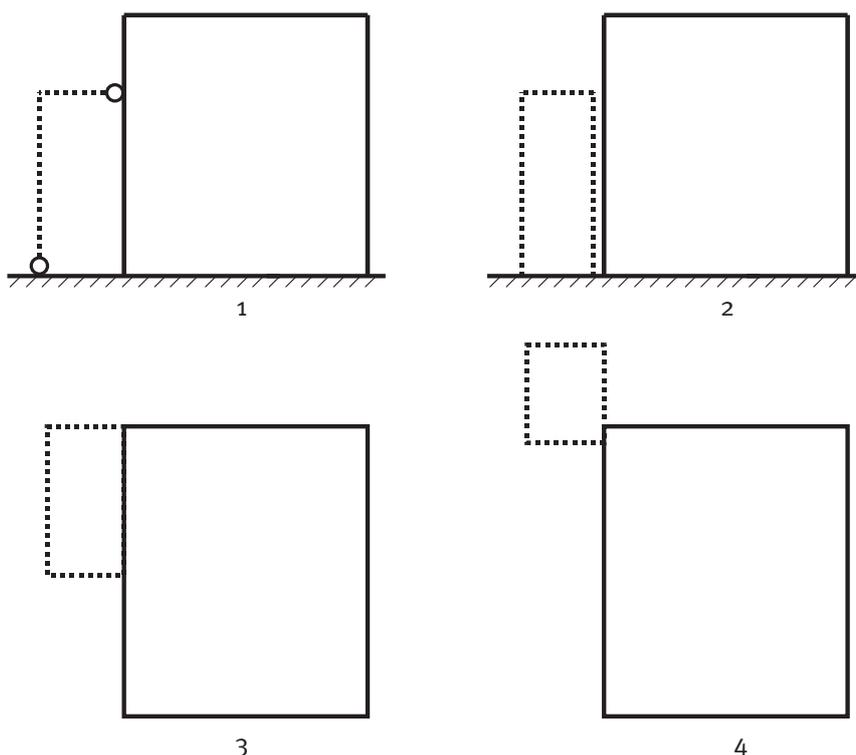


Рис. 4.4.1 – 1 – пристройка; 3 – вид в плане; 2 – возведение рядом с формой; 4 – вид в плане

- увеличения полезных площадей помещений;
- образования новых этажей;
- размещения нового технологического оборудования;
- защиты части фасада от солнца и атмосферных осадков;
- изменения вида здания с сохранением исторического фасада;
- уменьшения тепловых потерь;
- выполнения архитектурных требований.

Пристройка осуществляется с использованием каркасов, которые частично опираются на существующие элементы здания.

Возведение рядом предусматривает независимые стальные каркасы (рис. 4.4.1).

Каркасы, частично опирающиеся на существующие элементы здания, имеют внешние колонны или стойки рам, образующие контур за пределами существующей формы. Такие колонны возводятся на собственных фундаментах, и в результате отнесения от существующего здания на некоторое расстояние не создают перегрузки для его основания (рис. 4.4.2). Другая сторона пристройки примыкает к существующему зданию. Места опирания на существующее здание и его элементы, транслирующие усилия, должны быть проверены на несущую способность и эксплуатационную пригодность, и при необходимости усилены.

В то же время внутреннее пространство, которое образуется при достройке, само по

себе является функциональным и защищенным от атмосферных воздействий. Поэтому оно может быть использовано для организации дополнительных площадей под выставочные залы, общественные зоны, места питания и т. д. (см. также далее раздел 5.3). Устройство пристроек позволяет организовать защитную оболочку, которая частично уменьшает теплопотери в холодное время года, и расходы на охлаждение в теплое время года для основной формы. Дополнительные объемы иногда оставляют неотапливаемыми, используя его сезонно. Ограждение пристроек выполняется, как правило, со значительными площадями остекления (рис. 4.4.3). Это позволяет избежать уменьшения светового потока для окон основной формы, которые становятся внутренними в новом пространстве.

ОпираНИЕ на существующие здания с кирпичными или монолитными стенами обычно обеспечивает необходимую жесткость для пристройки. Если пристройка осуществляется к зданиям каркасного типа, то могут потребоваться дополнительные меры по обеспечению пространственной жесткости и устойчивости ее элементов. Также пристройка сама по себе может иногда служить дополнительным средством раскрепления стен и колонн здания из плоскости.



Рис. 4.4.2 – Пристройка к Музею в г. Харькове стального каркаса с остеклением и дополнительными внутренними колоннами в процессе строительства, проект «Ароф», 2016 г.

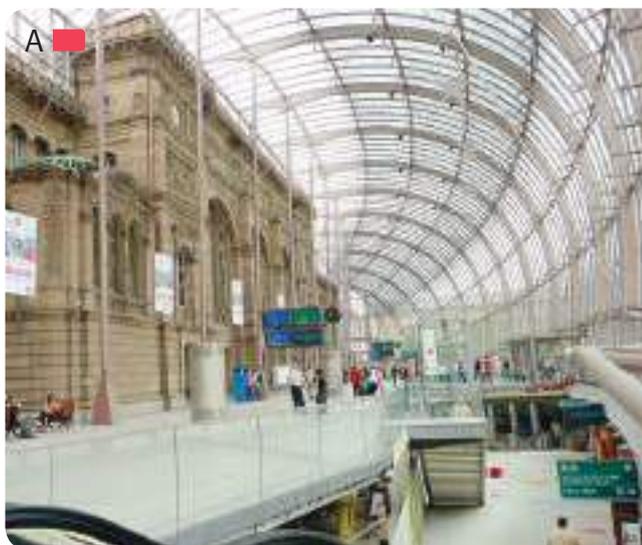


Рис. 4.4.3 – А – пристройка арочной оболочки к старому зданию вокзала 1883 г. в г. Страсбург, Франция, арх. J-M. Duthilleul 2007.; Б – пристройка к отелю Marriott Kensington в Лондоне, Великобритания, со стеклянным атриумом по стальным рамам, 2010 г.

Пристройка осуществляется как с объемом на всю высоту, так и с промежуточными перекрытиями. Сечения колонн выполняют из гнутосварных замкнутых профилей, труб или составными из листов, стараясь сделать их максимально выразительными, поскольку они, как правило, находятся в пространстве, образованном пристройкой. Зоны опирания на существующее здание стараются решить с помощью распределительных поясов и ригелей, сгущения шага опирания конструкций и т. п. для уменьшения и равномерного распределения дополнительной удельной нагрузки.

Независимые каркасы новых форм возводятся рядом с существующими зданиями и имеют собственные конструктивы. Для сочетания функции существующая форма и новая должны иметь часть общего контура (рис. 4.4.4 п. А) или переход, который может быть наземным или надземным (рис. 4.4.4 п. Б, см. также раздел 5.3).

При возведении рядом с существующим зданием следует обезопасить его основу и фундаменты от перегрузки, а также от дополнительных атмосферных воздействий, которые могут действовать на него вследствие появления новой формы.

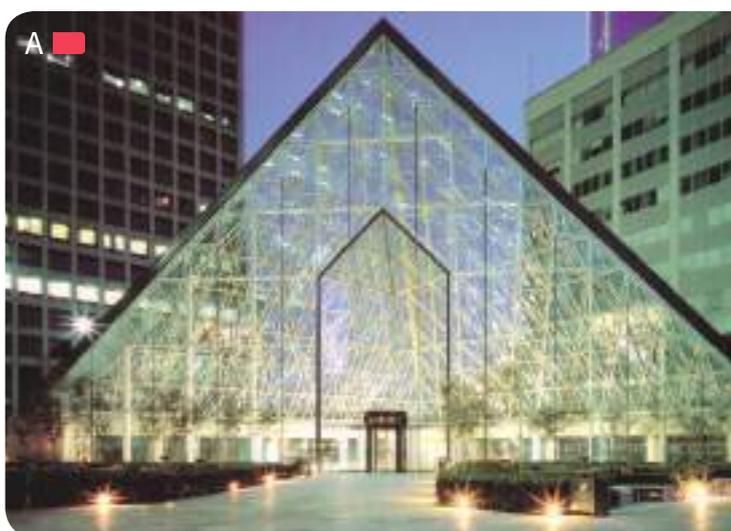


Рис. 4.4.4 – А – возведение остекленного купола рядом с Центром Interfirst Renaissance в г. Даллас, США, проект Skidmore, Owings & Merrill 1991 г.; Б – преобразование в апартаменты с надстройкой и строительством рядом нового объема водонапорной башни 1860 г., Лондон, Великобритания, 2011 г.

Чаще всего возведение рядом осуществляется с примыканием к глухим стенам здания, позволяя получить полноценный объем с разделенной при необходимости функцией. Примыкания новой формы к фасадам с окнами вызывает необходимость объединения функций или обеспечения достаточной освещенности существующих помещений, которые становятся внутренними.

Конструктивные решения независимых каркасов новых форм принимают, как и для нового строительства, учитывая специфику реконструкции и возможную уплотненность застройки в каждом конкретном

случае. При расположении новых опор за пределами контура здания следует учитывать пределы землеотвода, залегание существующих коммуникаций, планы по дальнейшему расширению улиц и другие возможные градостроительные условия и ограничения. Новая форма не должна вредить существующей застройке и окружающей среде, а иметь единое согласованное решение (рис. 4.4.5).

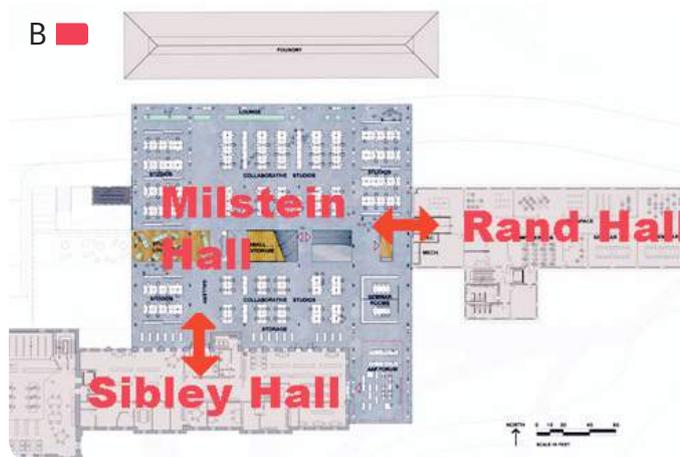


Рис. 4.4.5 – Возведение рядом со зданием Milstein Hall на о. Итака, Нью-Йорк, США нового стального каркаса с консолью 18 м и последующим сообщением через расширенные проемы, проект Cornell University: А – каркас, Б – внешний вид, В – план

4.5 ИЗМЕНЕНИЕ ПРОСТРАНСТВА ПОД ФОРМОЙ

Изменение подземного пространства под формой может быть частичным или полным, и осуществляется **в пределах внешнего видимого контура формы** с целью:

- увеличения полезных площадей помещений;
- образования новых подземных этажей;
- усиления и укрепления основы и фундаментов;

- замены основы и фундаментов;
- размещения нового технологического оборудования;

- изменения невидимой снаружи формы здания с сохранением исторического облика;
- выполнения архитектурных требований.

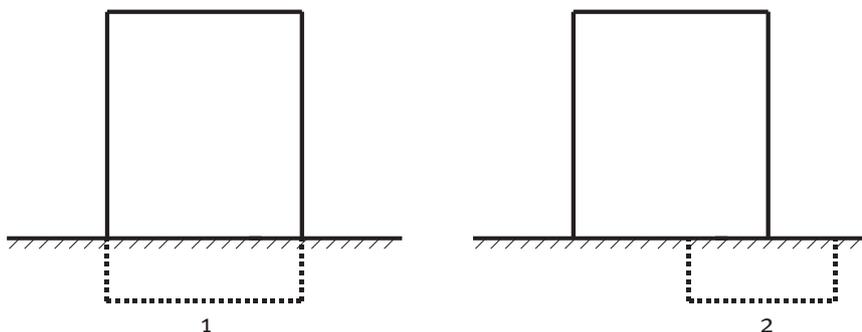


Рис. 4.5.1 – Типы освоения пространства под формой:
1 – полное; 2 – частичное

Изменения пространства под формой включают в себя:

- изменение фундаментов для усиления и освоения подземного пространства;
- укрепление грунтовых массивов.

Усиление фундаментов осуществляется при их неудовлетворительном состоянии. Для этого используют конструкции в виде **стальных обойм**, аналогичных тем, которые применяют при усилении стен (см. раздел 3), стягивающих кладку для увеличения несущей способности и препятствующих развитию трещин (рис. 4.5.2, п. 1). Обоймы выполняют из стальных уголков и полос, которые устраивают на специальном растворе и стягивают струбцинами, шпильками или при помощи нагрева [92].

Если подошва фундаментов требует расширения, то одним из вариантов перехвата и передачи нагрузки от существующих стен на новые, расширенные части, являются стальные **сквозные траверсы** в виде балок коробчатого или двутаврового сечения (рис. 4.5.2, п. 2). В случае, когда одновременно стоит задача по обеспечению устойчивости подвальной части или нет возможности сквозного прохождения стены, применяют конструкции в виде **контрфорсов** с односторонним креплением (рис. 4.5.2, п. 3). Способы усиления с расширением подошвы требуют особой внимательности относительно включения в работу элементов расширения, т. к. существующая часть фундамента при реконструкции уже находится в напряженно-деформированном состоянии. Стены, особенно кирпичные, имеют также податливость и угрозу локального разрушения в местах крепления и перехвата нагрузки [86].

При усилении фундаментов, как правило, охватывают весь контур здания и применяют только один тип фундаментов для обеспечения равномерности абсолютных и относительных деформаций частей формы. Наиболее эффективным с точки зрения контроля деформаций здания является применение металлических вдавливаемых **свай** трубчатого или трубобетонного сечения с заполнением мелкодисперсным наполнителем (щебневой отсев) и, иногда, металлической фиброй (рис. 4.5.2, п. 4).

Стальные трубы также применяют в качестве **обсадных** при производстве работ по обустройству буронабивных и буроинъекционных свай в обводненных грунтах, на подрабатываемых территориях, для прохождения малопрочных толщ и т. п. [34].

Пересадка фундаментов здания на **сваи** также может осуществляться с целью **освоения подземного пространства** под зданием. При этом сваи размещают вдоль существующих фундаментов с временным перехватом металлическими **траверсами** или непосредственно под контуром стен, для чего предварительно устраивают контурные распределительные стальные или железобетонные **пояса жесткости**. Стальные пояса жесткости, как правило, имеют вид сталебетонных и сталекирпичных ригелей (см. раздел 3). Вдавливаемые сваи могут быть устроены с использованием в качестве пригруза и упора конструкций существующего здания. Глубина острия свай выбирается избыточной с учетом выемки грунта на проектную отметку ниже существующей подошвы. Для свай и стен при этом применяют временные связи

и раскрепления, обеспечивающие устойчивость системы при производстве работ. После выемки всего необходимого грунта на заданной отметке по сваям устраивают новые ростверки или колонны, если сваи были технологическими (рис. 4.5.3).

Для **освоения подземного пространства** могут быть также применены специальные стальные элементы фиксации усилий поддомкрачивания (рис. 4.5.2 п. 5, рис. 4.5.4).

Такие элементы устраивают по захваткам в строгом соответствии с проектом производства работ, который должен предусматривать равномерность распределения деформаций и недопущение перегрузки основания.

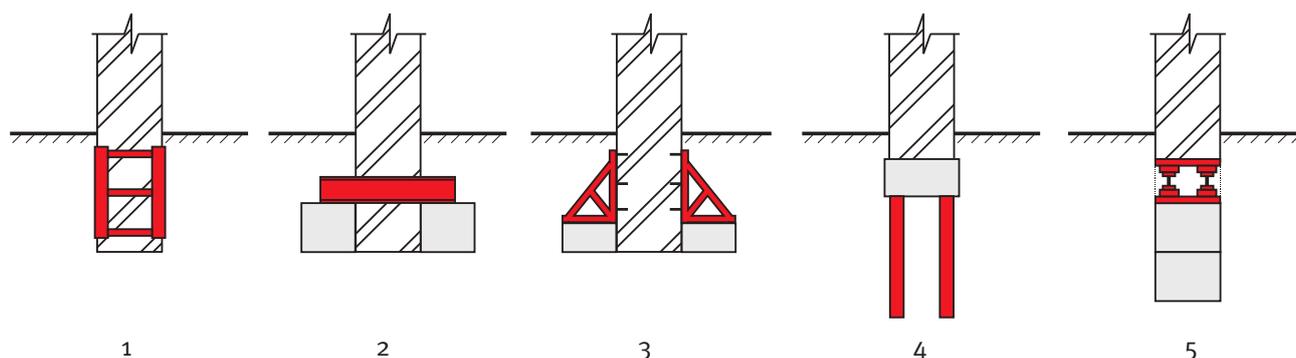


Рис. 4.5.2 – Средства изменения фундаментов с помощью стальных конструкций: 1 – обоймы; 2 – траверсы при уширении подошвы; 3 – контрфорсы; 4 – стальные вдавливаемые сваи и сваи в обсадных трубах; 5 – элементы фиксации усилий поддомкрачивания

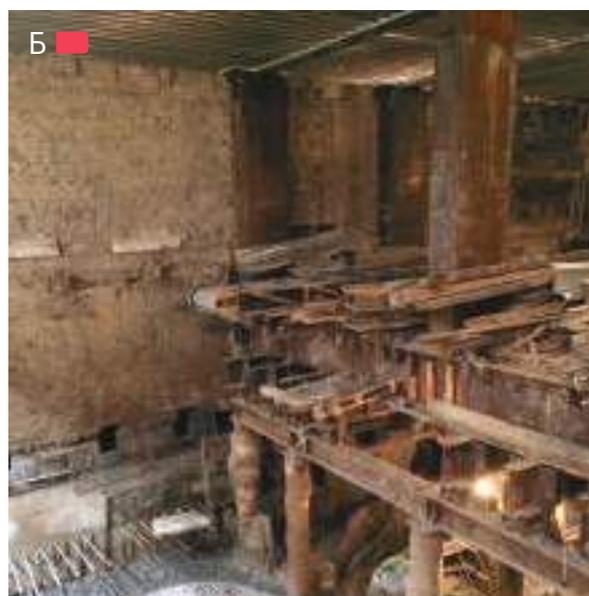


Рис. 4.5.3 – Освоение подземного пространства при размещении свай вдоль существующих фундаментов средних стен с временным перехватом металлическими траверсами, г. Киев 2014 г.

В каждой захватке сначала выкапывается ниша, по ширине примерно равная элементу фиксации, а по глубине – около 1 м. В нише под существующей подошвой отливается фрагмент вертикального продолжения стены – элемент железобетонного пояса, ко-

торый имеет сверху закладные анкеры, а по бокам и вниз – выпуски арматуры, которые заводятся в грунт. Толщина пояса должна быть больше элемента фиксации и не менее толщины стены либо фундамента, под который подводится элемент. После достижения

необходимой прочности бетона на анкеры устраивается нижняя часть элемента фиксации либо она может быть уже установлена при заливке. Верхняя часть обустраивается симметрично с зазором для размещения

домкрата между шпилек с гайками, которые фиксируют усилия поддомкрачивания. Соседние захваты при их обустройстве стыкуют с существующими, сваривая либо соединяя на резьбовых муфтах откопан-



Рис. 4.5.4 – Освоение подземного пространства с вывешиванием стен подвальной части здания на стальных элементах фиксации усилий поддомкрачивания, г. Киев, 2015 г.

ные арматурные выпуски. Таким образом, поэтапно подводя участки поясов с горизонтальными и вертикальными захватками, которые включают в работу домкратами и фиксируют гайками, удастся осуществить регулирование усилий и деформации подземных стен здания, одновременно с освоением пространства под ним [9].

Средствами **укрепления грунтовых массивов** с помощью стальных конструкций могут, в частности, быть **стальные сплошные шпунты** (рис. 4.5.5 п. 1). Шпунты выполняют из отдельных прокатных листов трапециевидного профиля, имеющих загибы на концах, образующие при соединении герметичный замок. Такие элементы называются «шпунт

Ларсена» (рис. 4.5.7 п. А), они погружаются в грунт специальной строительной машиной – вибропогружателем (рис. 4.5.6 п. А). Если металлический шпунт является не временным, а постоянным, то должен быть учтен срок его эксплуатации и приняты соответствующие меры по антикоррозионной защите. В то же время, благодаря герметичности листовые шпунты могут совмещать функции ограждающих и несущих конструкций (рис. 4.5.10) для подземных этажей. Стальные геотехнические экраны могут также иметь швеллероподобное, двутавровое, коробчатое, сварное сечение и обустраиваться путем вдавливания, используя вес здания и соседние секции шпунта (рис. 4.5.6 п. Б, п. В) [10].

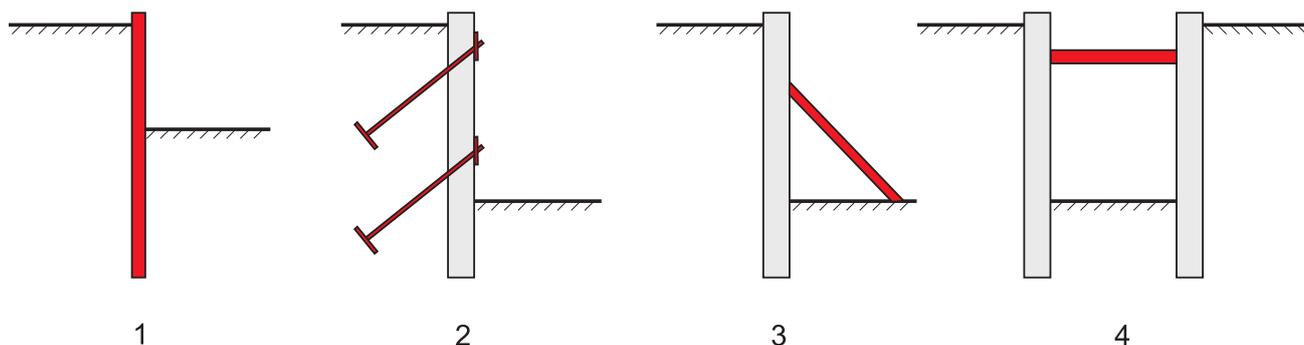


Рис. 4.5.5 – Средства укрепления грунта с помощью стальных конструкций: 1 – стальные шпунты и свайные стенки; 2 – натягаемые анкерные сваи; 3 – подкосы; 4 – распорки и расстрелы

Другим вариантом укрепления грунтовых массивов могут быть **свайные стенки**. Исходя из условий жесткости, особенностей геологии и скорости обустройства свайные стенки могут приниматься из металлических труб или двутавров, которые вибропогружают или вдавливают в грунт. Пространство между сваями заполняют железобетоном или досками, так называемая «забирка» (рис. 4.5.7 п. Б). Шпунты с применением

стальных конструкций выполняются постоянными или временными, на этап выполнения работ.

При реконструкции шпунты позволяют осуществить как укрепление грунта или террасирование склонов вокруг здания, так

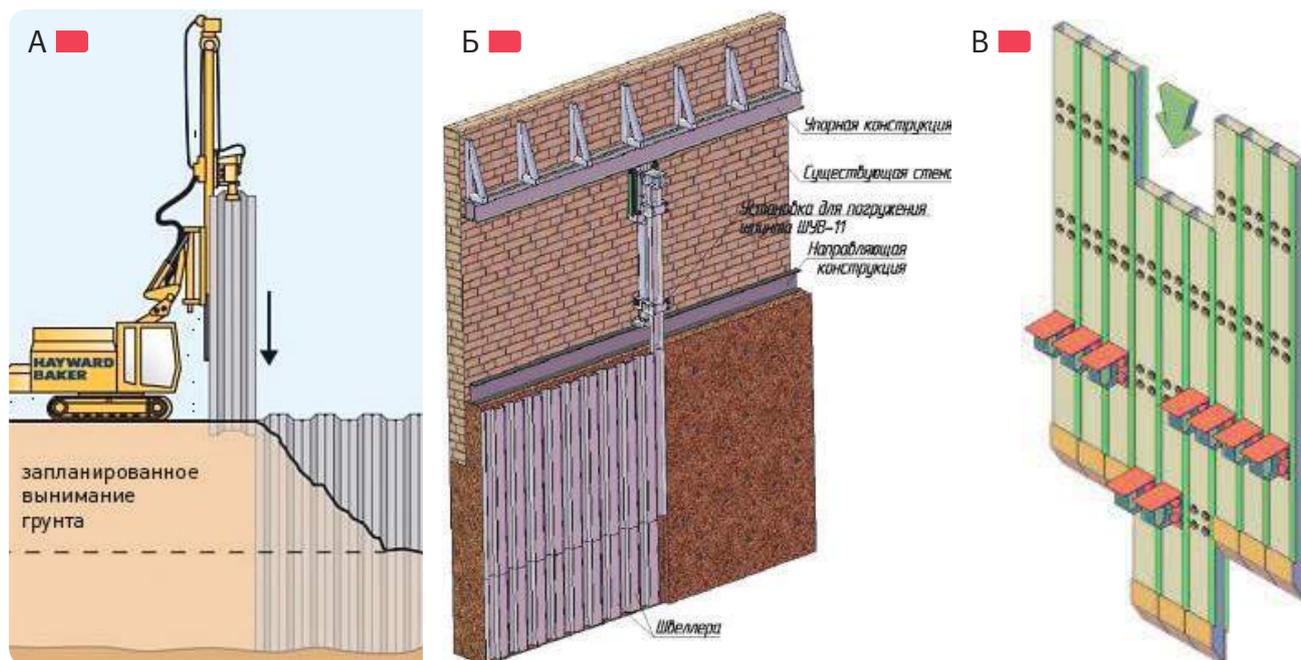


Рис. 4.5.6 – А – шпунт Ларсена при вибропогружении; обустройство геотехнических экранов вдавливанием стальных профилей; Б – используя вес здания; В – используя соседние секции шпунта

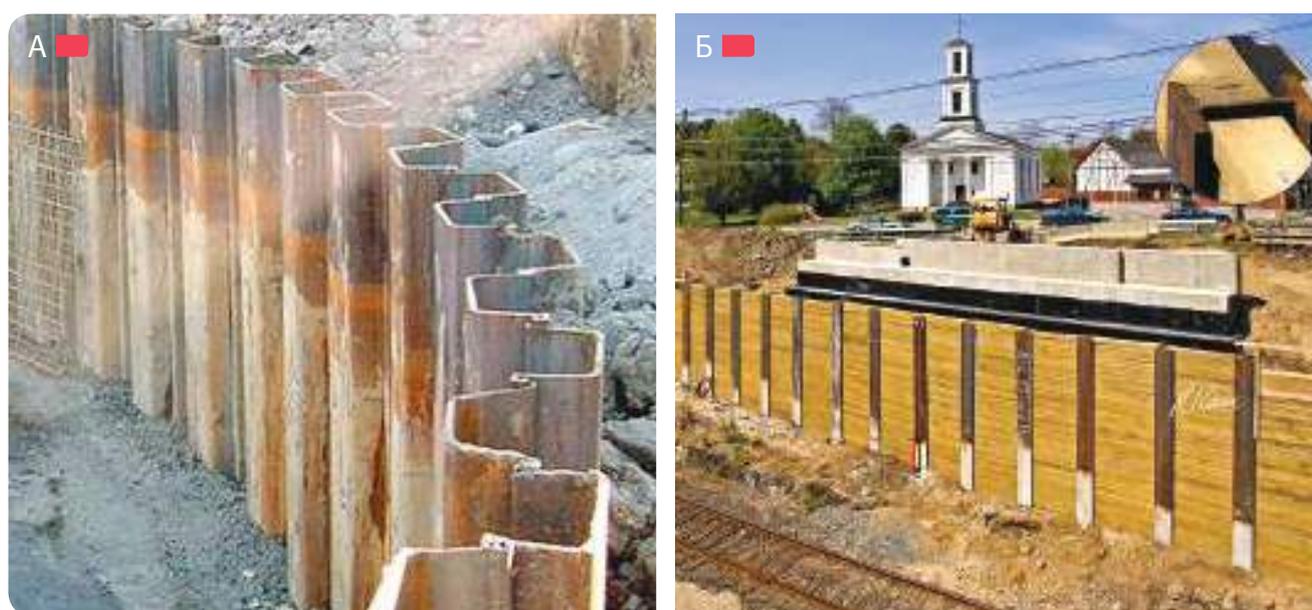


Рис. 4.5.7 – А – внешний вид смонтированных секций шпунта Ларсена; Б – свайная стенка из стальных двутавров с забиркой из досок

и освоение подземного пространства за пределами его контура. Работа свободных шпунтов происходит на изгиб, а также на устойчивость положений равновесия – во избежание опрокидывания от бокового давления грунта [72].

С целью закрепления существующих или новых шпунтов могут быть применены **анкерные сваи** (рис. 4.5.5 п. 2, также см. рис. 1.3.3 в разделе 1). Крепление их острия в почве осуществляется за счет натяжения элемента сваи, в то время как само острие погружается в пробку из инъецированного раствора или имеет зонтичную, самораскрывающуюся конструкцию. Элементы анкерных свай выполняют из канатов, круглой стали или арматурных стержней. Натяжение элементов осуществляют и контролируют

домкратами, лебедками, а закрепление в оголовке проводят с помощью болтовых элементов, обжатий и обваривания. Этапы обустройства анкерных свай показаны на рис. 4.5.8 п. А: I – наклонное бурение скважины в обсадной трубе; II – установка анкерной тяги и соединение ее с наконечником; III – извлечение обсадной трубы и инъецирование раствора; IV – натяжение тяги; V – закрепление тяг в анкерном оголовке. Анкерные сваи могут быть одиночными или могут быть объединены распределительными поясами (рис. 4.5.8 п. Б, п. В) [92]. Главным недостатком анкерных свай является необходимость в свободном пространстве вокруг контура шпунтовой стенки, в котором могут оказаться коммуникации, фундаменты соседних зданий и т. п.



Рис. 4.5.8 – А – этапы устройства анкерных свай; Б – натягаемые анкерные канатные сваи, обустроенные для укрепления листового шпунта через стальные пояса со стержневыми вутами в плотной застройке; В – закрепление концов анкерных свай, I-V – этапы обустройства (пояснения в тексте)



Рис. 4.5.9 – А – подкосы укрепления шпунта при освоении подземного пространства в St. James Square, г. Лондон, Великобритания, компания «Johnfhunt»; Б – распорки шпунтовых стен

Для укрепления подпорных стенок также используют **подкосы**, которые устраиваются между стенками и дном вынутаго объема грунта (рис. 4.5.5 п. 3). Для этого необходимо надежно заанкерить опоры на временных или постоянных упорах, которые могут затем стать частью фундаментной плиты. С целью обеспечения равностойкости их выполняют из труб или гнутосварных замкнутых профилей квадратного сечения. Для равномерного распределения усилий предварительно по шпунту крепят распределительный горизонтальный пояс (рис. 4.5.9 п. А). Подкосы – относительно надежный и дешевый способ укрепления стенок, но наличие самих подкосов в создаваемом пространстве затрудняет в нем производство других работ. По этой же причине подкосы носят исключительно временный характер.

Когда есть существующее здание или вторая стенка при глубоком погружении шпунта, то укрепление грунтовых массивов рационально проводить с помощью расстрелов, которые имеют вид стальных горизонтальных **распорок** (рис. 4.5.5 п. 4, рис. 4.5.9 п. Б). Такой тип временной крепи выполняют, как правило, стального трубчатого, коробчатого сечения и принимают по расчету из условий равноустойчивости от усилий бокового давления грунта. Специфические вопросы прохождения шахт и туннелей с использованием специальных крепей, тубингов и других средств данной книгой не рассматриваются.

Стальные конструкции также применяются для организации перекрытий новых этажей и покрытия части подземного пространства вне контура формы. Перекрытие пространства в пределах контура здания может быть организовано по стальным балкам пониженной высоты с плитами по профилированному настилу или с применением других решений, которые используются при добавлении этажей (см. раздел 3). Единственной особенностью может быть стесненность подземного пространства, которая значительно влияет на время и технологию производства работ. Также это обуславливает необходимость применения коротких отправочных марок (рис. 4.5.10 п. А) или специфических методов, таких как горизонтальные прокалывания грунта с заведением стальных труб и последующей струйной цементацией (*jet grouting*). Покрытие полученного пространства за пределами контура здания осуществляется с помощью балочных и пространственных структурных систем. Такие покрытия могут быть как эксплуатируемыми, например, для пропуска по их верху транспорта, организации общественных зон и т. д., так и содержать светопрозрачные элементы, обеспечивая для подземного пространства необходимо естественное освещение (рис. 4.5.11 п. А).



Рис. 4.5.10 – А – состыкованные сварные балки с заведением изнутри осваиваемого подземного пространства при устройстве перекрытия, г. Киев, Украина, 2014 г.; Б – паркинг со стальными шпунтами и колоннами, построенный в плотной застройке г. Бристоль, Великобритания, 1991 г.

Основным преимуществом изменения подземного пространства является получение значительных новых площадей без изменений внешнего вида здания. Это позволяет разместить под землей технические этажи, подземные паркинги (рис. 4.5.10 п. Б), тоннели, переходы; выходы в другие пространства, такие как торговые центры или станции метрополитена. В подземном пространстве можно обустроить приямки, лестницы, тепловые пункты, овощехранилища и т. д. Укрепление грунтов с помощью стальных конструкций может иметь как конструктивную, так и эстетическую, экологическую функции (рис. 4.5.11 п. Б).

Ведение работ под существующими зданиями возможно в стесненных условиях, между коммуникациями, дорогами и может решаться как самостоятельная задача, так и в составе других работ по реконструкции, например, при понижении отметок на площадке, укреплении грунтовых массивов и т. д.

Подземные этажи, находясь в грунте, имеют высокий уровень сохранения тепла, защищенности от перегрева солнцем, внешних нагрузок и воздействий. В то же время, в полученном пространстве актуальным является вопрос недостаточности естественного освещения, и соответственно, вопрос ограниченной применимости для постоянного размещения людей.

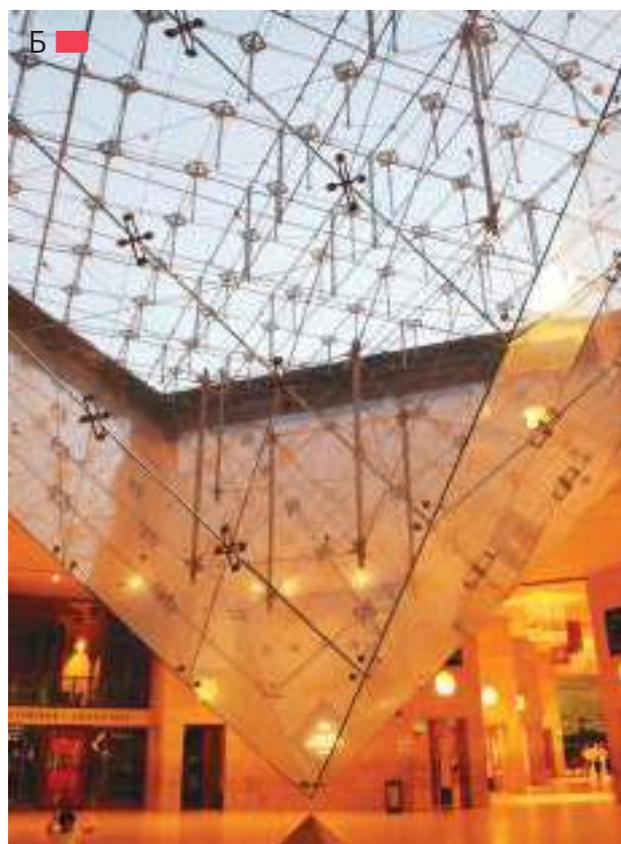
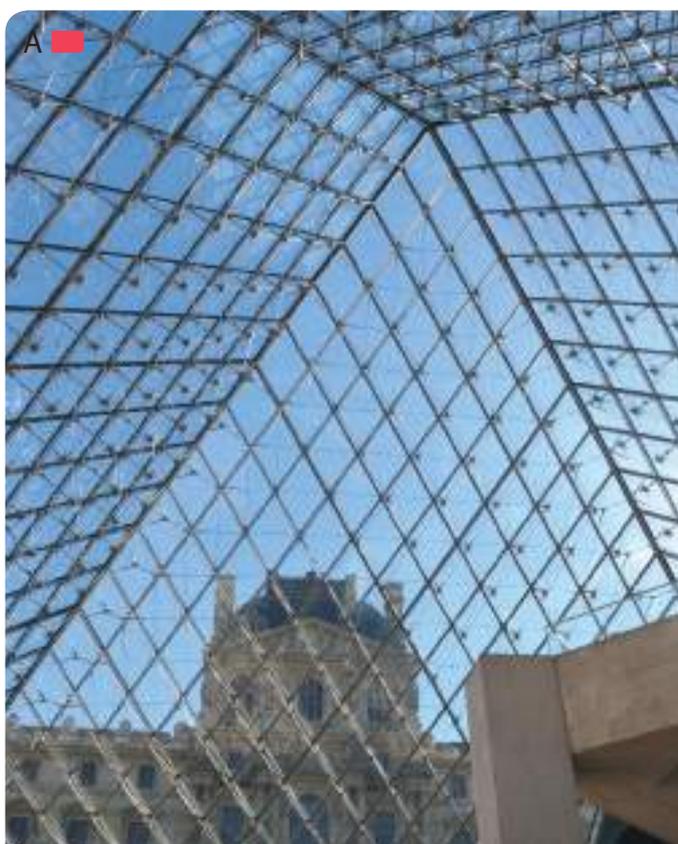
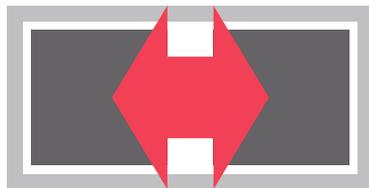


Рис. 4.5.11 – А, Б – частичное освоение пространства с покрытием стальными структурами в Лувре, г. Париж, Франция, арх. И. Пей, 1991 г.; В – пример использования подпорной стенки со сваями из атмосферостойкой стали и озеленением для визуального эффекта



ТИПОЛОГИЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ И ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АРХИТЕКТУРНЫХ И КОНСТРУКТИВНЫХ ФОРМ ЗДАНИЙ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ

Мы переходим от самой формы к пониманию создающих ее сил; в самой форме мы видим диаграмму равновесных сил, а в сравнении родственных форм – величину и направление сил, необходимых для превращения одной формы в другую.

D'Arcy W. Thompson

Преобразование и взаимодействие форм охватывает виды реконструкции, в которых форма перестает быть статичной, путем ее подъема или перемещения, а также взаимодействует с другими формами – сочетаясь, объединяясь или взаимно интегрируясь с ними (рис. 5.1.1, рис. 5.2.1, рис. 5.3.1, рис. 5.4.1) [10].

5.1 ПОДЪЕМ ФОРМЫ

Подъем здания – особый тип реконструкции, в котором форма полностью перемещается вертикально вверх, оставаясь в пределах горизонтального контура (рис. 5.1.1 п. 1). Также подъем может осуществляться не для всего здания от фунда-

мента, а с определенного этажа, например, от цоколя, стилобата, что позволяет вставить промежуточные этажи.

Подъем здания делает возможным:

- увеличение полезных площадей помещений;

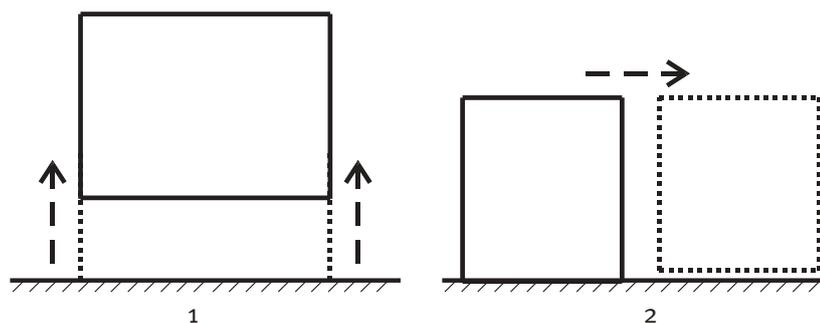


Рис. 5.1.1 – Преобразование форм здания при реконструкции: 1 – подъем; 2 – перемещение каркаса

- образование новых этажей;
- открытие пространства на первых этажах;
- размещение нового технологического оборудования;
- изменение вида здания с сохранением исторического фасада, который становится верхними этажами;
- обеспечение безопасности от нежелательных воздействий и усиление здания;
- выполнение архитектурных требований.

Подъем здания также применяется, когда здание заглублено в землю из-за обще-

го оседания, понижения либо повышения уровня грунта, уровня грунтовых вод вокруг здания или при необходимости замены основания. Так, в частности, меняют отметки зданий с целью ограждения от последствий возможных будущих наводнений или сезонных подъемов воды. Также здание может быть поднято для пропуски под ним коммуникаций, транспортных потоков, образования открытого пространства в уровне земли и т. п. Дополнительно устройство новых цокольных, стилобатных этажей под основным объемом здания снижает энергозатраты на его эксплуатацию.

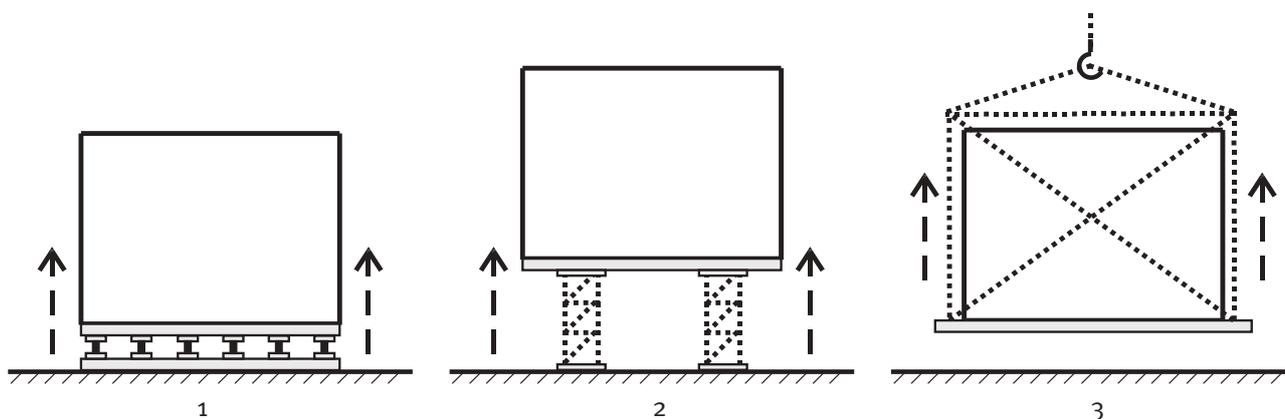


Рис. 5.1.2 – Подъем здания при реконструкции с применением: 1 – поясов жесткости по контуру здания; 2 – стальных балочных клеток и стоек; 3 – пространственных окаймляющих систем



Рис. 5.1.3 – Пересадка здания на вдавливаемые сваи через сталекирпичный пояс жесткости для подъема и дальнейшей замены фундаментов, а также освоения подземного пространства, г. Киев, 2014 г., проект «Вартість»

Подъем здания осуществляют с применением (рис. 5.1.2):

- поясов жесткости по контуру здания;
- стальных балочных клеток;

- пространственных окаймляющих систем.

Пояса жесткости (рис. 5.1.2 п. 1) обустривают в нижнем уровне здания по контуру ме-

таллическими или железобетонными, и они могут быть постоянными или временными, на период подъема.

Металлические пояса имеют форму сталекирпичных, сталебетонных ригелей или врезаемых поэтапно стальных балок. Их выполняют с постепенным односторонним или двусторонним введением металлических продольных элементов, неразрезных систем из уголков, швеллеров, двутавров и листового металла (рис. 5.1.3, см. также раздел 3). Пояса скрепляют между собой системой горизонтальных связей для обеспечения жесткости конструкций при перемещении.

Для каркасных схем пояса подводят под места опирания колонн, концентраций наибольших усилий. В случае подъема таким способом стальных каркасов могут быть использованы существующие горизонтальные конструкции, например, балки, распределительные фермы и т. д., которые дополнительно усиливают для обеспечения необходимой неразрезности и жесткости [17].

Под поясами жесткости размещают системы гидравлических домкратов, которые и осуществляют поэтапный подъем здания. При помощи устройств фиксации напряжений либо подкладных элементов в просветах между домкратами весь контур равномерно доразвивают до необходимой отметки (рис. 5.1.4) [9].

Стальные балочные клетки (рис. 5.1.2 п. 2) представляют собой усиленный вариант поясов, которые вводятся не только под конту-

ром здания, но и соединены между собой. Образовавшуюся таким образом жесткую систему используют для консольного подъема в отдельных местах, а не по всему контуру (рис. 5.1.5). Клетки могут быть как технологическими, временными, так и иметь постоянный характер. Оставленные балочные клетки позволяют изменить сетку колонн под зданием, заменить контур сплошных стен колоннами, образуют уже готовые перекрытия.

Сплошностенчатые, или, как правило, решетчатые стойки, от которых на балочную клетку передают усилия поднятия и на которых фиксируют здание, также могут носить как временный, так и постоянный характер, становясь в образованном пространстве колоннами новых этажей (рис. 5.1.6 п. Б, рис. 5.1.7).

Пространственные окаймляющие системы (рис. 5.1.2 п. 3) применяют, прежде всего, для обеспечения достаточной жесткости здания, защищающей от деформаций при перемещении. Окаймляющие системы делают возможным использование подъемных кранов или других подобных устройств, что значительно ускоряет процесс.

Впрочем, такой способ применим только для небольших по весу и размерам зданий, и требует тщательного контроля подъема

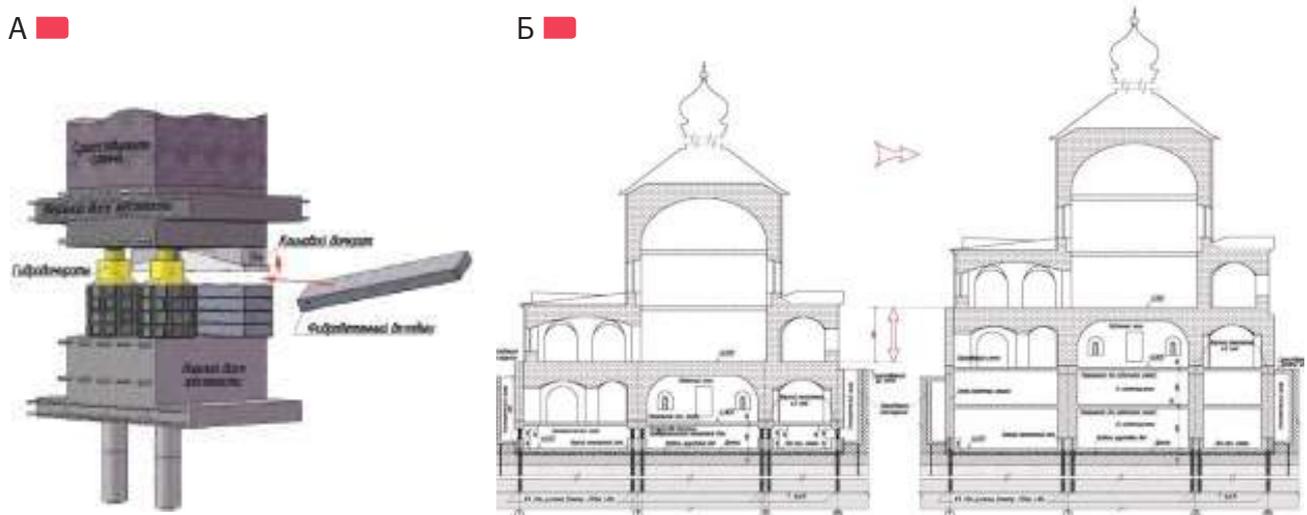


Рис. 5.1.4 – А – узел подъема здания с постепенно подкладываемыми элементами; Б – подъем на один этаж исторического здания церкви, проект «Реконфисс»



Рис. 5.1.5 – Домкраты со стальными подставными устройствами фиксации и балочной клеткой из двутавров при подъеме здания на 1,5 м в г. Врейсбуре, Беркшир, Великобритания, 2014 г.



Рис. 5.1.6 – Подъем здания: А – комбинированный, с помощью подъемного крана двумя частями через пространственную систему в г. Сан Антонио, США, компания «Dodson House Moving» 2013 г.; Б – на решетчатых стойках через стальную балочную клетку, США



Рис. 5.1.7 – Реконструкция храма Provo 1870 г. после пожара – А; с подъемом на 12 м вверх на домкратах и решетчатых стальных стойках – Б, США, 2013 г.

с точки зрения нагрузок и смещений (рис. 5.1.6 п. А). Также перемещаться могут отдельные элементы, составляющие художе-

ственную или историческую ценность (рис. 5.1.8). Основание и фундаменты должны быть предварительно подготовлены и сво-

евременно подведены, чтобы не оставлять здание на грузовом подвесе.

Подъем может происходить как с полной приостановкой внутренней функции, так и без нее, когда поднимают все здание с отделкой и оборудованием внутри. В случае полной остановки внутренней функции оставляют только стены и частично перекры-

тия для облегчения каркаса. При этом следует обеспечить соответствующие меры безопасности и необходимую пространственную жесткость здания с помощью закладки



Рис. 5.1.8 – Перемещение краном стены с исторической фреской на 43 м и дальнейшим устройством провета при реконструкции с достройкой Harvard University арх. Renzo Piano, 2015 г., компания «Skanska» (см. также разд. 5.4)



Рис. 5.1.9 – Поднятые для предотвращения затопления здания на побережье США: А – жилые, Б – яхт-клуб

кирпичной кладкой или закрепления стальными связями проемов, установки обойм, тяжей и др. (рис. 5.1.5, рис. 5.1.7). Случай подъема всего здания с внутренним оснащением является наиболее ответственным и требует необходимых конструктивных, технологических и организационных мероприятий [17].

Для подъема разрабатывают специальную последовательность и сценарий, осуществляемый поэтапно с помощью компьютерного управления системой гидравлических

домкратов. На первом этапе необходимо убедиться, что здание окончательно оторвалась от основания или от нижней части, для чего ее отрезают алмазными пилами или другими средствами ниже поясов жесткости и дают контрольное усилие в системе домкратов до появления небольшой начальной щели по периметру.

Необходимо обеспечить все расчетные ситуации, связанные с возможной динамикой, ветровым давлением на здание и пр., как в процессе, так и после подъема – при

подведении новых опор и последующей эксплуатации. При подъеме недопустимы перегрузки частей здания от неравномерного поддомкрачивания или из-за отсутствия некоторых опор, долговременное закрепление здания на домкратах и т. п. Величину перемещения контролируют с помощью специальных электронных датчиков.

Поскольку процесс подъема достаточно сложный технологически, его применяют в исключительных случаях, когда невозможно осуществить надстройку на здании, строи-

тельство над ним или реализовать внутренний независимый каркас. Кроме подъема, описанными методами в необходимых случаях может быть выполнено и опускание, контролируемое заглубление формы. Задача погружения здания в грунт в данной публикации не рассматривается, поскольку является специфической. Небольшое повышение отметок вокруг здания чаще всего достигается отсыпкой и поднятием уровня земли (см. также средства укрепления грунтовых массивов, *раздел 4*).

5.2 ПЕРЕМЕЩЕНИЕ ФОРМЫ

Перемещение всего здания (*structure relocation*) предусматривает горизонтальный перенос его формы целиком, без изменений. Внутренняя функция тоже, как правило, не изменяется.

Такой прием может обеспечить:

- образование свободного пространства на месте здания;
- уплотнение застройки;
- усиление и укрепление основы и фундаментов;
- замену основы и фундаментов;
- изменение местоположения здания с полным сохранением исторического облика;
- обеспечение безопасности от нежелательных воздействий и усиление здания;
- выполнение архитектурных требований.

Перемещение здания осуществляется также с целью установки в более безопасное место с учетом грунтовых условий, обеспечения прохождения инфраструктуры, расширения транспортных потоков и т. п. Другими целями могут быть придвижение здания к необходимым коммуникациям или, наоборот, отодвигание от места будущей прокладки автодорог, магистралей, железной дороги, сетей и т. д. [101].

Конструктивно укрепление здания при **перемещении** осуществляют с помощью:

- балочных клеток (*рис. 5.2.1 п. 1, 2*);
- пространственных временных каркасов (*рис. 5.2.1 п. 3*).

Балочные клетки выполняют из сварных и прокатных двутавров. Их применяют при перемещении формы с помощью гидро-

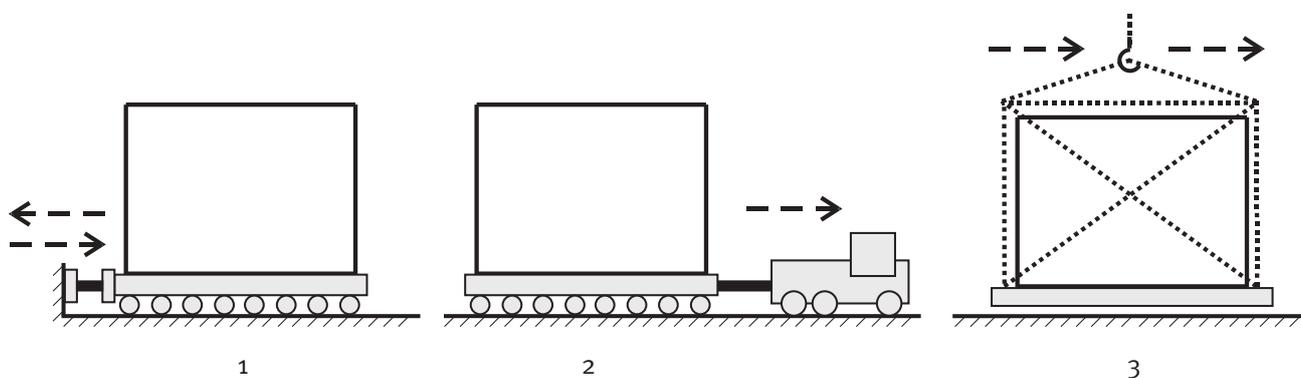


Рис. 5.2.1 – Перемещение здания: 1 – с балочными клетками с помощью гидродомкратов или лебедок; 2 – на колесных платформах с железнодорожной или автомобильной тягой; 3 – с пространственным временным каркасом – кранами и вертолетами

домкратов, лебедок или железнодорожной и автомобильной тягой. При перемещении стальных каркасов также можно использовать существующие поясные элементы, предварительно усилив их на время транспортировки.

Для незначительного по расстоянию перемещения могут быть применены горизонтальные домкраты и тяговые лебедки (рис. 5.2.2, рис. 5.2.3). В этом случае движение конструкции обеспечивается за счет качения на катках по специальной стальной или бетонной основе, либо по железнодорожным или подобным рельсам. При необходимости транспортировки на дальние расстояния используют системы подвижных тележек на пневмошинных колесах, железнодорожные платформы с использованием суще-

ствующих или же временно проложенных путей (рис. 5.2.4). Преимуществом временных элементов укрепления при перемещении является возможность их дальнейшего использования в составе здания как несущих элементов или в других решениях по перемещению в другое время. Применяют и комбинированные методы перемещения зданий.

Пространственные временные каркасы применяют при перемещении кранами небольших по размерам и весу зданий или их частей, имеющих определенную значимость и необходимость сохранения (рис. 5.2.5 п. Б).



Рис. 5.2.2 – А – передвижение тяговыми лебедками старого вокзала Шенбург, г. Женева, Швейцария, длиной 17 метров и шириной 9 метров за 6 часов; Б – пример горизонтальных домкратов и временных направляющих для перемещения балочной клетки



Рис. 5.2.3 – А – перемещение исторического здания 1920 г. в г. Шанхай, КНР, 2010 г.; Б – перемещение здания 1889 г. в г. Цюрих, Швейцария, на 60 м, 2012 г.



Рис. 5.2.4 – Стальная балочная клетка из двутавров и пневмошинные тележки для перемещения здания в штате Айова, США

В исключительных случаях перемещение осуществляют вертолетами (рис. 5.2.6). Этот способ позволяет целиком или по частям перенести форму через значительные расстояния и препятствия на новые земельные участки, в труднодоступные для строительной техники районы, либо эвакуировать здание из меняющейся, неблагоприятной среды.

Перемещению здания предшествует ряд организационно-технологических мероприятий, включающих в себя как обустройство конструкций временного укрепления, так и подготовку приспособлений для перемещения. Здание должно быть предварительно отсоединено от всех коммуникаций и впоследствии подключено к ним на новом месте. На



Рис. 5.2.5 – А – перемещение здания по частям на автоплатформе в штате Каролина, США; Б – перемещение небольшого дома автокраном с применением окармливающего временного каркаса



Рис. 5.2.6 – Перемещение малогабаритных облегченных зданий с помощью вертолетов: А – Sikorsky S-58; Б – Ми-10

всем пути перемещения формы необходимо обеспечить вертикальный и горизонтальный транспортный габарит. Для этого могут быть временно демонтированы выступающие части здания – трубы, антенны и т. п., а также перенесены или сняты на время перемещения примыкающие объекты дорожной сети, благоустройства, обеспечено регулирование и безопасность движения, ограничено или остановлено движение по дороге другого транспорта. На пути следования должна быть обеспечена необходимая прочность основы под направляющими колеями, или прочность поверхностных слоев грунта при дальнейшей транспортировке, для чего могут подкладываться стальные листы или железобетонные дорожные плиты.

В конечном месте перемещения должен быть подготовлен новый фундамент. Пересадка на фундамент осуществляется с помощью домкратов или путем подведения опорных частей в просветы между подвижными тележками. После фиксации на новом фундаменте тележки удаляют, а просветы на их месте закладывают блоками либо заполняют бетоном. Иногда удалению подлежат также временный пояс или балочная клетка.

Для зданий и сооружений значительных размеров или при ограниченных габаритах транспортировки применяют также практику разрезания и перемещения по частям (рис. 5.2.5 п. А), которые могут быть упакованы в инвентарную тару, такую как морские контейнеры и т. п. Перемещение здания может быть скомбинировано также с его подъемом при установке на новые конечные высотные

отметки, которые выше предыдущих.

Иногда перемещение применяют при реконструкции для надвигания новой формы на существующую. Актуальным примером является строительство нового арочного конфайнмента над ЧАЭС (2012–2016). Арка имеет высоту 109 метров, длину 165, ширину 250 метров и общий вес более 36 000 тонн. Самая большая подвижная наземная конструкция в мире была надвинута на существующее здание объекта «Укрытие» с помощью специальной системы из 224 мощных гидравлических домкратов, позволяющих движение на 60 см за один цикл (рис. 5.2.7).

Обычно перемещению подлежат уникальные здания, памятники, представляющие историческую либо иную ценность, которая может быть утрачена при переносе из них функции в новое здание или при их разборке. Также перемещение применяется для малогабаритных зданий в условиях, когда поэлементная доставка или монтаж затруднительны. Как и при подъеме, так и при перемещении здания должно быть предварительно произведено его тщательное инструментально-техническое обследование и подготовлено технико-экономическое обоснование относительно целесообразности таких изменений формы. Новые места расположения должны быть выбраны с учетом градостроительных, конструктивных, архитектурных и других факторов.



Рис. 5.2.7 – Арочное стальное передвижное укрытие Чернобыльской станции, Украина, шириной 257, высотой 110 м, перемещено на 327 м за 33 часа, проект Bechtel, Battelle, EDF, КСК, передвижка «Novarka», 2016 г.

5.3 ОБЪЕДИНЕНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ ФОРМ

Объединение существующих зданий позволяет создать функциональную взаимосвязь между различными, расположенными поблизости формами и организовать новые пространства между ними.

Целью этого является:

- образование дополнительных этажей;
- получение новых полезных площадей;
- объединение пространств для обеспечения единой функции;
- создание защиты от солнца и атмосферных осадков;
- выполнение архитектурных требований.

Объединение существующих зданий осуществляется в виде (рис. 5.3.1):

- мостовых переходов по стальным балкам, фермам или аутригерам;
- пространственных покрытий из ферм,

структур и вантовых систем;

- трансформируемых стальных кровель.

При **объединении** существующие здания подчиняются единой цели и замыслу, их коммуникации взаимоинтегрируются, а полученное новое пространство между формами имеет качественно отличные, синергетические свойства.

Мостовые переходы являются эффективным и экономичным решением для объединения зданий с целью обеспечения движения людей, эвакуации, пропуска транспорта или коммуникаций, перемещения сырья, продукции, товаров и т. д. (рис. 5.3.2).

Такое решение выполняют, как правило, без промежуточных опор и оно выгодно тем, что не вносит изменений в процессы и объекты в уровне земли, например, в

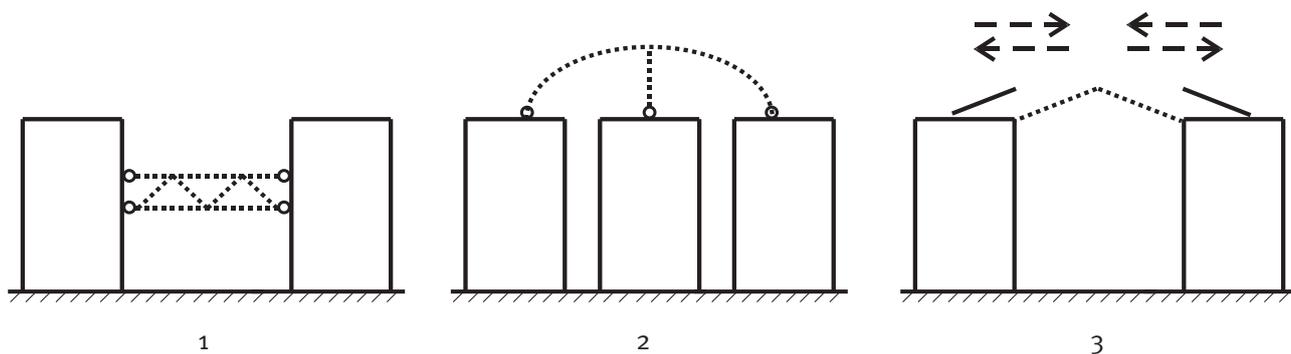


Рис. 5.3.1 – Объединение существующих зданий: 1 – переходами; 2 – пространственными покрытиями; 3 – устройством подвижного трансформируемого покрытия



Рис. 5.3.2 – Соединение существующих зданий стальными переходами: А – Хай-Лайн в Нью-Йорке, США, 2009 г.; Б – реконструкция магазина с образованием перехода в центре г. Куала-Лумпур, Малайзия

движение пешеходов, проезжую часть, озеленение. Нередки случаи, когда промежуточные опоры поставить невозможно из-за залегания подземных коммуникаций, плохих грунтовых условий, сложного рельефа либо архитектурных или градопланировочных требований. Перед проектированием осуществляют детальное обследование и проверочные расчеты зданий относительно возможности установки переходов. Следует обращать особое внимание на разницу осадок существующих зданий, которая должна быть компенсирована в узлах или учтена в расчетах.

Переходы между зданиями могут быть выполнены **по стальным балкам или фермам, а также по аутригерам** высотой в один или сразу несколько этажей (рис. 5.3.3). Конструкции переходов опираются на существующие стены, колонны здания, для чего на них предусматривают специальные опорные зоны – гнезда, монолитные подушки, пояса, оголовки и т. п. (см. раздел 3). Сечения элементов переходов из-за больших пролетов обычно принимают сварными из листов в форме двутаврового широкополочного, коробчатого профиля либо из труб для обеспечения равностойкости и жесткости из плоскости.

Если несущей способности элементов или фундаментов здания недостаточно для восприятия новых нагрузок, применяют приставные или врезные колонны и стойки, независимые рамные каркасы. Существующие

фундаменты усиливают либо обустраивают новые.

Технологически элементы мостовых переходов монтируют сразу большими блоками, без применения промежуточных опор и монтажных вышек, нередко совершая работы в ночное время для уменьшения помех движению транспорта и пешеходов на улицах.

Пространственные покрытия устраивают по существующим зданиям или их отдельным корпусам. При этом покрытие может быть как сплошным, полностью защищая внутреннее пространство, так и частичным, с открытыми горизонтальными или вертикальными участками (рис. 5.3.4, рис. 5.3.5).

Внутреннее пространство, как правило, выполняют с естественной или принудительной вентиляцией, но неотапливаемым из-за его значительного объема. Такое пространство используется для создания общественных зон, мест общего пользования, фуд-корт, атриумов и т. д. (см. также раздел 4.4.).

В качестве несущих конструкций пространственных покрытий, учитывая значительные пролеты, применяют перекрестные системы ферм, одно- и двухслойные структурные оболочки и вантовые системы.

Кровлю по несущим конструкциям устраивают из систем остекления, пластиковых светопропускающих и светопрозрачных эле-

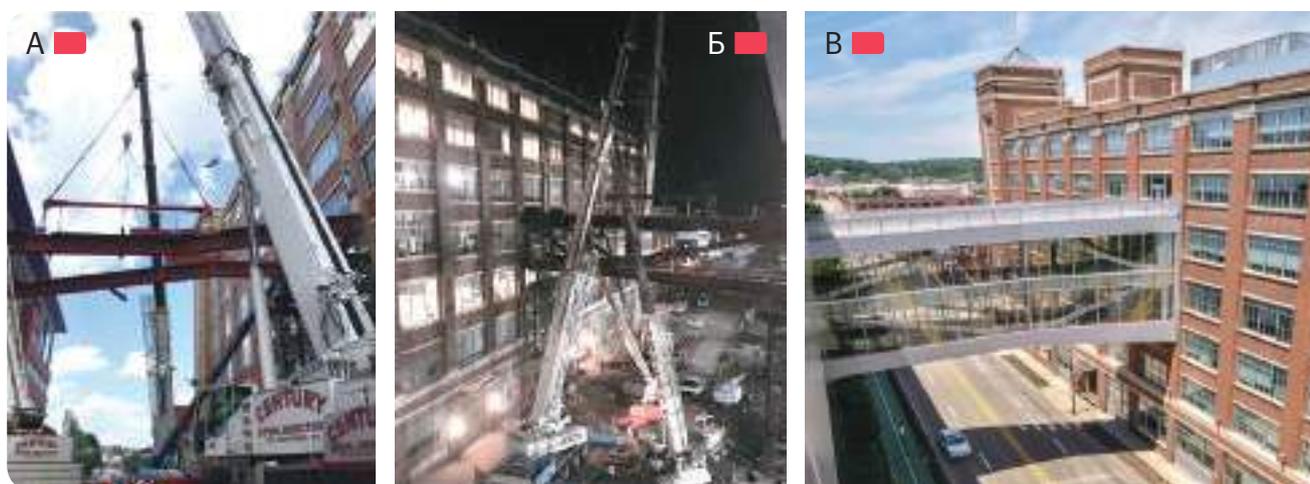


Рис. 5.3.3 – Трехуровневый стальной мостовой переход между существующими зданиями Bakery Square и Google Office весом 170 тонн был закончен всего за 6 недель в г. Питтсбург, США 2016 г.: А – монтаж нижних поясов ферм; Б – ночные работы по монтажу верхних поясов и раскосов, В – завершённый переход

ментов, а также иногда сплошными, непрозрачными для света сегментами, которые создают необходимую затененность с целью недопущения перегрева пространства и уменьшают теплопотери.

Как и при заполнении пространства (см. раздел 4.2) следует уделять особое внимание зонам опирания, выполненным на зданиях с помощью стальных и железобетонных поясов или распределительных ферм. В необходимых случаях конструкции существующих зданий усиливают или вводят в них

дополнительные стойки или каркасы. В проемках между объединяемыми формами покрытия имеют свободный край либо опираются на специально подведенные фундаменты или колонны (рис. 5.3.4 п. Б).

Объединение зданий пространственными покрытиями может устраиваться без нарушения их внутренней функции. Применение легких металлоконструкций с крупнобаритными отправными марками позволяет минимизировать объемы и время вмешательства во внутреннее пространство между



Рис. 5.3.4 – А – арочное покрытие Allen Lambert Galleria со зданием 1885 г. в г. Торонто, Канада, проект С. Калатрава 1992 г.; Б – структурное покрытие между историческими корпусами Британского Музея в Лондоне, проект Foster+Partners, 2000 г.

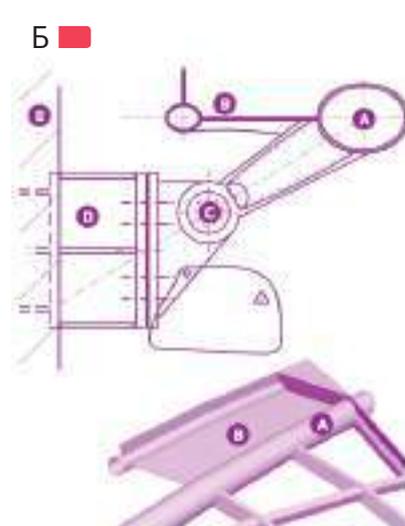


Рис. 5.3.5 – Объединение форм однослойной структурой покрытия торгового центра Cabot Circus, Бристоль, Великобритания, 2008 г., и узел примыкания к существующему зданию: А – контурный пояс; В – водосточный желоб; С – опорный шарнир; D – кронштейн; E – существующая стена с введенными анкерами

зданиями на период возведения покрытия.

Трансформируемая кровля (*retractable roof*) дает возможность изменять форму во время эксплуатации, создавая в необходимый момент защищенное от атмосферных воздействий и прямых солнечных лучей пространство. Такое преобразование реализуется с помощью подвижных участков кровли, которые устраивают из стальных ферм, арок или структур. Существует множество видов трансформации кровли при реконструкции. Наиболее распространенные из них показаны на *рис. 5.3.5*. В каждом случае задача размещения трансформируемой кровли в реконструкции решается индивидуально.

Надвижные кровли используют обе части крыш зданий, на которых обустраиваются опорные части и управляемые тяговые устройства. Замыкание происходит посередине, а при раздвижении сегменты работают как консоли. При общем пролете до 20 м надвижные элементы выполняют из про-

катных и перфорированных профилей (*рис. 5.3.6 п. А*), а при больших пролетах – сквозного сечения в виде ферм или структур.

Подъемные или поворотные трансформируемые кровли требуют устройства только контурных конструкций, имеющих вид усиленных поясов или ферм. Подъемные элементы образуют консолями, обычно с решетчатой структурой, которая может воспринимать знакопеременные нагрузки. Основным узлом такого типа кровель является шарнир поворота и механизмы открытия/закрытия кровли, использующие гидравлические поршни или тяговые лебедки.

Консольное отодвигание может быть реализовано для значительной части или всей кровли, при возможном опирании или доступе только на одну сторону, одно здание. Кон-

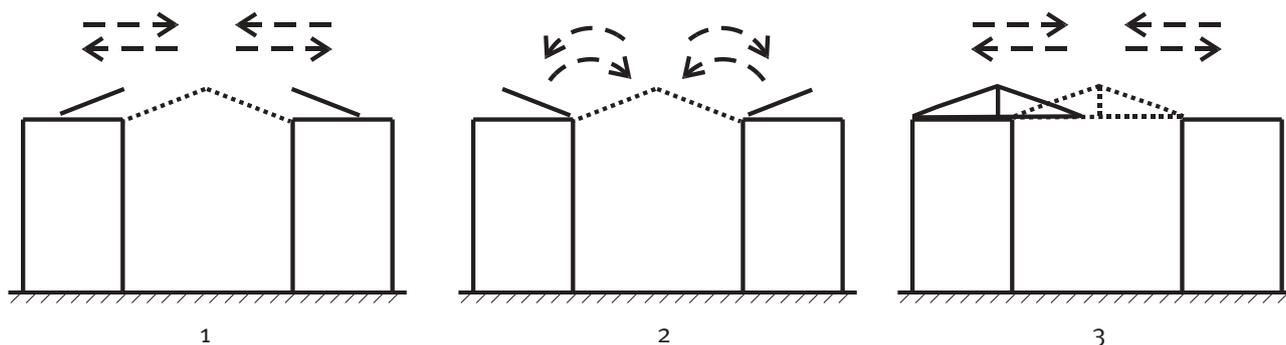


Рис. 5.3.5 – Основные типы стальных трансформируемых кровель, доступные для обустройства при реконструкции: 1 – надвижение; 2 – подъем или поворот; 3 – консольное отодвигание

соли образуют пространственными системами или стальными фермами из прокатных и сварных профилей. При проектировании элементов консолей должны учитываться возможные динамические и статические нагрузки на них в различных режимах работы. В состоянии полного накрытия элемент может опираться на соседние стены перекрываемого пространства и образовывать однопролетную систему, либо оставаться консольным (*рис. 5.3.6 п. Б*).

Узлами, которые требуют наибольшего внимания в трансформируемых кровлях, являются стыки подвижных сегментов между собой. В них должна быть обеспечена

непроницаемость от атмосферных воздействий. Основной сложностью в обустройстве подвижных элементов является необходимость освобождения больших участков кровли существующих зданий под новые опорные конструкции и механизмы.

На *рис. 5.3.7* показан надвижной вариант возведенной после реконструкции стадиона Arthur Ashe трансформируемой кровли: А – в открытом положении; Б – в процессе закрытия.

Трансформация кровли может быть, как полной, так и частичной, когда накрытию подлежит только участок между формами, образуя навесы, маркизы, перголы и т. п. Также транс-



Рис. 5.3.6 – А – подвижные элементы из стальных балок кровли между зданиями; Б – отодвигаемая арочная кровля внутреннего двора

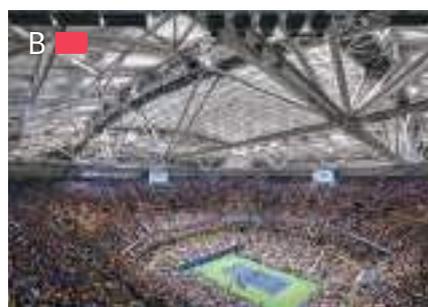


Рис. 5.3.7 – Стадион Arthur Ashe 1997, Квинс, Нью-Йорк, США: А – до реконструкции; Б – трансформируемая кровля, добавленная после реконструкции; арх. бюро Rossetti, конструктив бюро WSP Global, механизм бюро Geiger Engineers, 2016 г.



Рис. 5.3.8 – Организация вантового складываемого покрытия с контурными фермами при реконструкции двора между зданиями в г. Зальцбург, Германия, проект бюро Kigel, 2012 г.

формируемые покрытия могут быть складывающимися, что возможно при применении гибких ограждающих материалов (рис. 5.3.8).

Управление движением кровли осуществляется персоналом изнутри здания, но может быть и автоматизировано с помощью

специальных датчиков, определяющих уровень освещенности, осадков и т. п. Нужно помнить, что подвижные кровли, как и любой механизм, требуют особого внимания при эксплуатации и периодического технического обслуживания.

5.4 ИНТЕГРАЦИЯ НОВЫХ ВНЕШНИХ ФОРМ

Реконструкция может предусматривать варианты соединения и объединения здания с новыми внешними формами, которые могут прорезать существующее здание, опираться на него, нависать над ним или охватывать за пределами контура (рис. 5.4.1).

Соединение и объединение с новыми формами осуществляется с целью:

- образования дополнительных этажей;
- объединения пространств для обеспечения единой функции;
- интенсификации использования пространства;
- сохранения части исторического облика;

- обеспечения прохождения коммуникаций;
- осуществления выразительного и неординарного архитектурного решения;
- выполнения архитектурных требований.

Интеграция новых внешних форм осуществляется путем:

- прорезания или разъединения формы здания каркасами или эстакадами;
- опирания на форму нового стального каркаса;
- нависания над формой консольными рамными или решетчатыми каркасами;
- охвата формы сквозными каркасами.

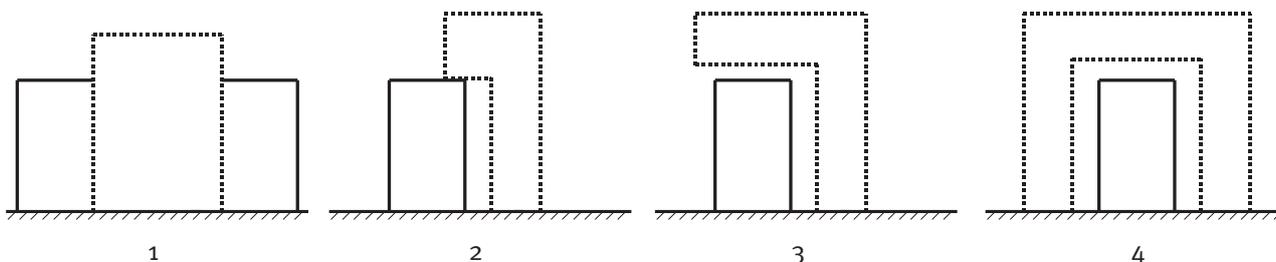


Рис. 5.4.1 – Интеграция новых внешних форм в контур здания: 1 – прорезание или разъединение формы; 2 – опирание на форму; 3 – нависание над формой; 4 – охват формы

Прорезание здания осуществляется для пропуска **каркасов** других форм или транспортных **эстакад**. Прорезание может быть односторонним, когда происходит объединение функций, или сквозным, когда новая функция инкапсулируется в форме, проходя через нее без взаимодействия.

Для прорезания формы в стенах сначала образуют проемы необходимых размеров согласно принципам, описанным в разделе 3. До начала работ все существующие проемы, которые не совпадают с проектными, должны быть заложены кладкой либо забетонированы, а стены при необходимости – усилены (рис. 5.4.2).

Новые каркасы, входящие в форму, могут опираться непосредственно на сами стены или внутри на каркас и на специально обустроенные фундаменты. Каркасы, пропускаемые через форму, создают из замкнутых и двутавровых профилей либо в виде про-

странственных систем. Учитывая, что значительная часть каркасов расположена во внешней среде, важно обеспечить необходимую коррозионную защиту.

Такой прием позволяет осуществить заведение коммуникаций в здание, расширить и соединить его площади с новым объемом, организовать совместные линии производства, движение ресурсов в различных корпусах и т. п.

Отсечение части здания применяют также для дальнейшей реконструкции или осуществления пристройки и сообщения с ней (рис. 5.4.3). При этом может быть демонтирована полностью или частично как одна стена в месте сопряжения, так и вся секция или участок здания для перестройки.

Эстакады устраивают через здания при прокладке новых дорог (рис. 5.4.4). При этом следует учитывать возможные динамические нагрузки и обеспечивать необхо-



Рис. 5.4.2 – Прорезание формы при реновации галереи Bombay Sapphire Distillery с размещением накрытого сада, арх. проект бюро Heatherwick Studio г. Гэмпшир, Великобритания, 2014 г.

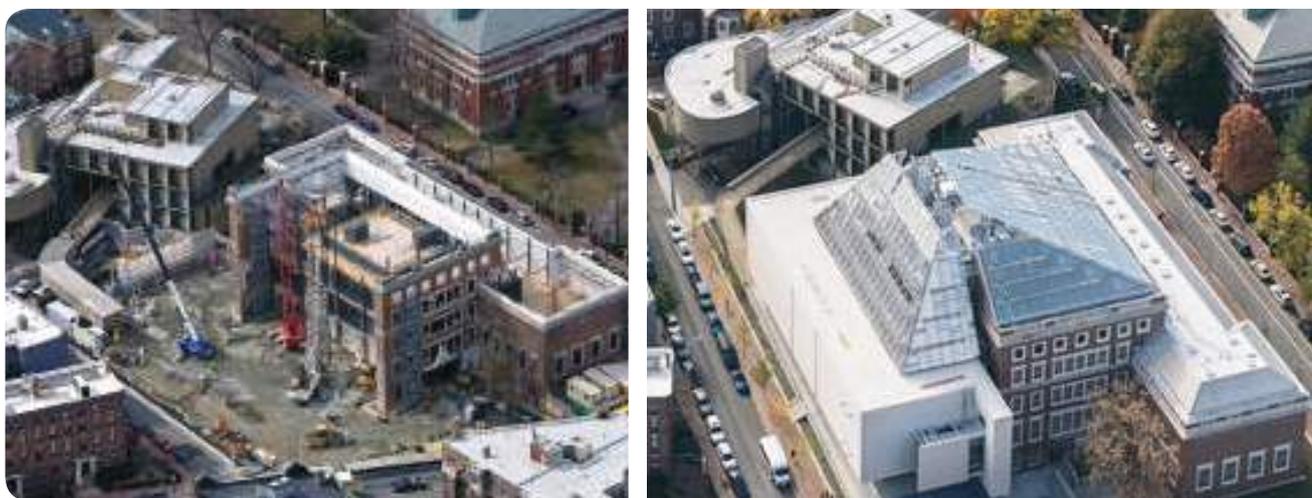


Рис. 5.4.3 – Отсечение части здания и дальнейшая достройка стального каркаса к корпусу Музея Искусств, Harvard, США, арх. Renzo Piano, 2014 г.

димые меры, предотвращающие вибрации и усталость конструкций. Сечения эстакад проектируют балочными, ферменными или сварными в соответствии с правилами проектирования мостовых конструкций. В частности, эстакады не касаются существующих элементов здания, подходя к ним с необходимым зазором, и имеют собственные фундаменты. При прохождении эстакад через здания отдельно следует в необходимых случаях предусмотреть защиту окружающей среды от шума, создаваемого проезжающим транспортом.

Опирание на существующую форму нового каркаса требует вмешательства в функцию и конструктивную схему здания. Новые

колонны пропускают через существующую форму для заземления силового потока на собственные фундаменты. Для установки опор, передающих значительные усилия от вышестоящего каркаса, может также быть использован внутренний двор здания (рис. 5.4.5, рис. 5.4.6). Особое внимание уделяется возможным перегрузкам основания под существующим зданием, чего следует избегать путем максимального разнесения новых фундаментов в плане и их заглубления с помощью свай.

При опирании новых каркасов на существующие конструкции зданий – колонны, стены и т. д., последние усиливают для обеспечения необходимой несущей способно-

сти и жесткости. Следует помнить, что новая форма может создавать дополнительные нагрузки на нижерасположенные конструкции и основу не только от собственного веса, но и от ветра, снега, вибраций оборудования и т. п.

Интеграция функции нового объема возможна либо путем продолжения существую-

щих лестничных клеток, лифтов и пр. от формы вверх (рис. 5.4.6 п. А), либо с помощью обустройства новых, дополнительных блоков, шахт, проемов (рис. 5.4.5).



Рис. 5.4.4 – Реконструкция с восстановлением и прорезанием здания станции Niagara Falls для пропуска железной дороги, 1863 г., США, 2016 г.

Конструкции новых форм образуют из пространственных каркасов сварного, корбчатого или иного сечения, которые должны обеспечивать необходимую жесткость при частичном консольном нависании и восприятию возможных значительных неравномерных нагрузок.

Нависание новой формы над существующей выполняется чаще всего консольными **рамными или решетчатыми системами**. Такие системы имеют вид рамных разрезных и неразрезных балок, диагрид-систем, аутригерных ферм и суперрам (рис. 5.4.7).

Разрезные балки устраиваются от колонн или ядер жесткости и передают на

них полностью изгибающий момент, возникающий в заземлении. Следующие за ними внутренние балки каркаса примыкают шарнирно и поэтому не воспринимают моментные усилия (рис. 5.4.7 п. 1). Неразрезные балки, в отличие от разрезных, передают изгибающий момент по рамной схеме на следующие балки каркаса, жестко присоединенные к колоннам (рис. 5.4.7 п. 2).

Диагрид-системы образуются пространственными решетчатыми структурами, которые могут консольно выходить за пределы контура здания в наземном плане (рис. 5.4.7 п. 3).

Аутригеры имеют высоту в один или несколько этажей (рис. 5.4.7 п. 4, рис. 5.4.8,



Рис. 5.4.5 – Опираение на форму Antwerp's Port Authority, арх. проект бюро Zaha Hadid Architects, конструктив Studieburo Mouton BVba 2016 г.



Рис. 5.4.6 – А – опираение на форму центра Rockheim, г. Тронхейм, Норвегия, 2012 г.; Б – реновация здания Central European Time в г. Будапешт, Венгрия, проект бюро ONL, 2012 г.

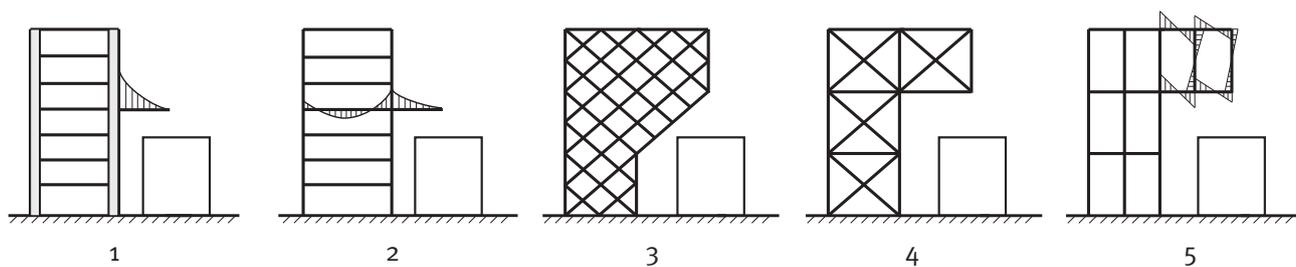


Рис. 5.4.7 – Нависание над существующей формой: 1 – разрезными и 2 – неразрезными балками от каркаса; 3 – диагрид-системой; 4 – консольными аутригерами или суперфермами; 5 – суперрамами

рис. 5.4.9) или быть частью суперфермы каркаса (рис. 5.4.10). Такая система лучше обеспечивает жесткость здания при значительных пролетах. Другим, менее предпочтительным вариантом, является применение суперрамных конструкций, которые не имеют раскосов, но из-за этого требуют большей металлоемкости (рис. 5.4.7 п. 5).

Нависание над формой хотя и не вмешивается в нее, однако в любом случае существенно влияет на внешний композиционный вид застройки. Такое конструктивное решение должно приниматься на основании обоснованной градостроительной документации и учета мнения общественности. Консольные конструкции (см. также раздел 4.1) всегда

являются достаточно затратным средством, поэтому их применение должно быть также экономически подтверждено. Если опирание на форму невозможно даже в стадии монтажа, разрабатывают специальные временные леса и подвесы, а также технологические мероприятия по обустройству элементов консолей на весу.

Охват формы решетчатыми каркасами осуществляют для сохранения аутентичности и целостности целого здания или квартала. При этом новые каркасы



Рис. 5.4.8 – Нависание над формой здания колледжа искусств и дизайна OCAD, Торонто, Канада, арх. W. Alsop 2004 г.: А – внешний вид; Б – каркас с консолями; В – узел опирания на пилоны

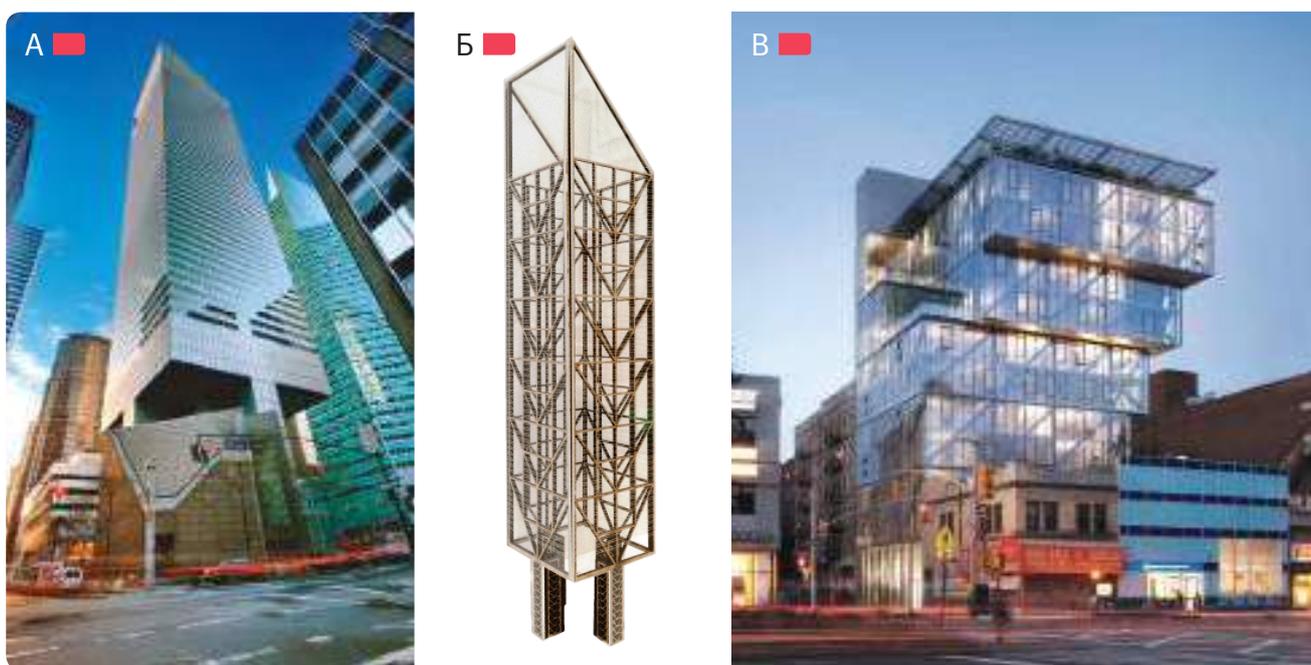


Рис. 5.4.9 – Нависание зданий в г. Нью-Йорк, США: А – небоскреба Citigroup Center над формой церкви St. Peter's 1905 г., арх. H. Stubbins, констр. Le Messurier 1977. ; Б – его конструктивная схема; В – аутигерное консольное здание «100 Norfolk Street», проект бюро ODA, Нью-Йорк, США, 2017 г.

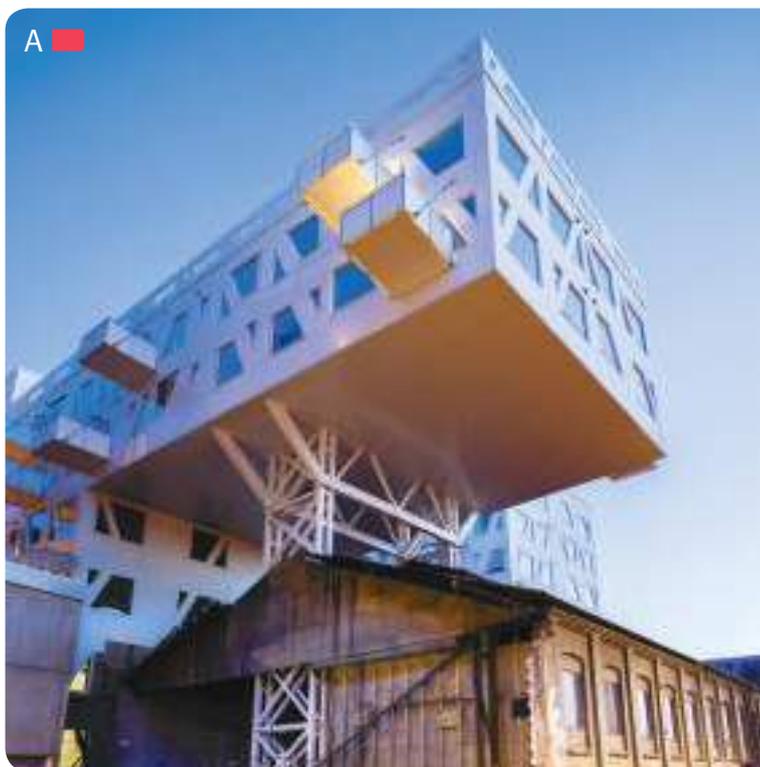


Рис. 5.4.10 – А – нависание над зданием 19 в. Iron Foundry, проект бюро LINK, г. Берген, Норвегия, 2014 г.;
Б – наклонная консоль - суперферма 16-этажного здания East 59th Street в г. Нью-Йорк, США,
бюро С3D, 2011 г.

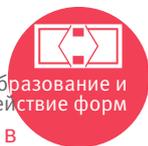


Рис. 5.4.11 – Охват и обход формы Национальной галереи Сингапура стальным структурным покрытием с ветвящимися колоннами, арх. Studio Milou, 2015 г.

опираются целиком на собственные фундаменты. Покрытие осуществляется пространственными стальными системами из структур, перекрестных ферм, куполов. Опоры выполняют в виде пилонов, решетчатых и ветвящихся колонн, чаще всего, трубчатого сечения, обеспечивая равностойчивость (рис. 5.4.11). Охват формы позволяет не изменять и не останавливать ее внутреннюю функцию на период ведения работ, для чего до подведения новых пилонов также технологически предус-

матривают временные конструкции обустройства покрытия.

Здание, оказавшись во внутреннем пространстве, имеет большую сохраняемость и увеличенный срок эксплуатации, защищено от солнца и атмосферных осадков (рис. 5.4.12). Указанные факторы значительно уменьшают затраты на его реставрационные, ремонтные работы и обслуживание. С другой стороны, для внутреннего пространства могут потребоваться дополнительные меры по обеспечению вентиляции, выводов коммуникаций и т. п.



Преобразование и взаимодействие форм

Сталь в реконструкции зданий

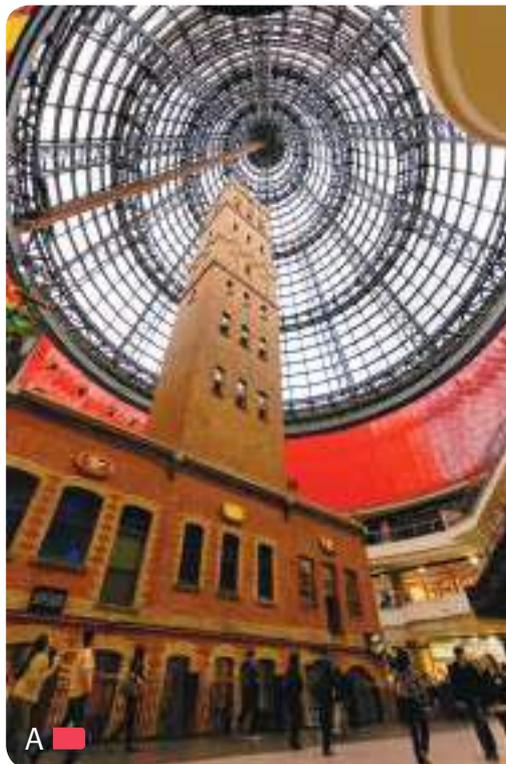


Рис. 5.4.12 – Охват зданий исторического квартала, Melbourne Central complex в г. Мельбурн, Австралия, стальным куполом высотой 84 м, проект К. Kurokawa



Изменчивость требований в строительстве отражает, прежде всего, изменение вкусов, гибкость моды и необходимость новизны, поэтому ее нелегко предугадать. Но мы можем сделать сильное дело, уделив гораздо больше внимания тем вызовам, которые сейчас стоят перед космическим кораблем «Земля». В частности, если бы были приняты в целом аппараты оценки и правила возмещения социальных и экологических убытков, то можно было бы предотвратить значительную часть ухудшения состояния окружающей среды.

Kenneth E. Boulding

В предлагаемой книге предпринята попытка рассмотреть реконструкцию с точки зрения системотехники конструктивной формы и функции здания. С некоторыми уточнениями, описанные критерии и принципы применимы и к новому строительству, так как вытекают из общих синергетических правил развития и синтеза технических систем. Выбранная структура выкладки материала «задача – средство – технология – результат – пример» призвана помочь увидеть возможности реконструкции зданий как с позиций заказчика, архитектора, инженера, строителя – так и со свэрхобщих позиций глобальной полезности для общества и городской среды. Показано, что стальные конструкции является мощным инструментом реализации целей, который полностью охватывает все варианты изменений существующих объемов и их взаимодействия, независимо от конфигурации или конструктивного материала исходного здания. Стальные

конструкции пригодны для восстановления зданий после пожара, осадок, изменений геометрии, заброшенности и т.п. (Рис.6.1.1).

Доля городского населения планеты продолжает расти. В 2014 году она впервые превысила общий показатель негородских жителей и ежегодно увеличивается примерно на 50 млн человек, ожидаемо достигнет 66% к 2050 г. Однако следует помнить, что стремительная урбанизация не является синонимом благосостояния, т.к. сейчас 35% городского населения мира живет в трущобах, а 24% – без надлежащего санитарного благоустройства. Поэтому вопрос эффективного преобразования городов, адаптации к новым вызовам является особенно актуальным. Номенклатура и детализация требований к утилитарности среды постоянно увеличиваются, от чего усложняются системы обслуживания функций. В данном ракурсе комплексная реконструкция городской среды является неизбежной и касается всех крупных городов.

Количество квадратных метров жилых площадей на человека в Украине по состоянию на 2017 год составила 23 м.кв., тогда как в Польше этот показатель равен 24 м.кв., в Финляндии – 26 м.кв., а в Канаде – 40 м.кв. При этом значительная часть площадей в нашем государстве относится к морально и физически устаревшему фонду. Сейчас

более 50% зданий, находящихся в эксплуатации, превысили свой капитальный срок, и прежде всего не соответствуют современным требованиям к энергоэффективности



Рис. 6.1.1 – Восстановление после пожара с перепланировкой Дома профсоюзов в Киеве 2014–2018 г., проект «Вартість»

и объемно-планировочным решениям. В торговом сегменте, на 1 тыс. жителей Украины приходится всего 34 кв. м. площадей, тогда как в среднем по 13 странам региона Центральной и Восточной Европы этот показатель составляет 200–300 кв.м. [118]. Отложенный спрос на качественную недвижимость, как коммерческую, так и жилую – вызывает будущее развитие нового строительства и трансформации существующих объектов. Дополнительной составляющей является необходимость восстановления и реконструкции зданий на востоке Украины. Комплексного преобразования требуют зда-

ния инфраструктуры – вокзалы, паркинги, терминалы, хранилища и т.п., обеспечивающие скорость и безопасность движения людей, обращения товаров и услуг. Только решая в комплексе два аспекта – реконструкции городских территорий и модернизации зданий, составляющих застройку, можно достичь максимальной эффективности использования территории. Старая, но еще ценная застройка приспособляется к новым условиям эксплуатации, заставляя каждое здание нести новую функциональную нагрузку. Для этого следует всесторонне и целостно изучать факторы, определяющие

градостроительные возможности окружающей застройки, селитебной территории и района в целом.

Реконструкция существующей застройки является тем более целесообразной, так как по экономическим и временным критериям она в большинстве случаев эффективнее, чем снос зданий и возведение взамен новых. Замещение здания связано с дополнительными финансовыми и временными затратами на демонтажные работы, утилизацию мусора, проектирование и строительство. Притом прирост площадей и функциональности в замещенном здании не всегда значительно превышает аналогичные показатели реконструированного здания, особенно с учетом ограничений, дополнительных согласований и рисков в исторических центрах и стесненной застройке. Решение должно приниматься в каждом отдельном случае на основе детального анализа сравнительной стоимости. Для малоэтажных зданий реновация по капитальным инвестициям может стоить до 40% дешевле замещения, а для многоэтажных – дешевле на 50–90% [121]. Следует также учитывать культурные и социальные потери или расходы на перенос и сохранность наследия.

В мировом секторе реконструкции можно выделить следующие тенденции и факторы, признаки которых можем наблюдать уже сейчас, и которые ожидаемо, будут развиваться, и влиять на общую картину в ближайшие годы.

1. Увеличение количества объектов, которые нуждаются в реконструкции, как в абсолютных, так и в удельных показателях. Очевидно, что демографические изменения в концентрации и социальной структуре населения, повышение его мобильности, а также видоизменение форм занятости в информационном постиндустриальном обществе вызывает все новые углубленные требования к мультифункциональности среды, что отображается на типологии объектов недвижимости. Это приводит к усложнению условий и решений реконструкции, которые должны учитывать плотность коммуникаций, и взаимоинтеграцию пространств.

2. Возрастание роли числовых технологий в проектировании и строительстве. Параметрическое строительное информационное

моделирование для существующего объекта затруднено из-за меняющейся неопределенной формы и характеристик материалов. Однако современные методы и оборудование для осуществления технических обследований, трехмерного сканирования и контроля геометрии, инструментов моделирования и визуализации зданий – позволяют получить более точные и взвешенные решения даже для реконструкции, обеспечить сложные технологии поэтапной реализации проекта (Рис.6.1.2). Интегрированные цифровые технологии достигают постепенно и строительной отрасли, что позволит отслеживать движение и положение строительного элемента, и его состояние в процессе эксплуатации.

3. Технологические инновации в материалах, изготовлении и монтаже конструкций. Комплексное заводское изготовление сложных элементов, адаптивные и модульные системы – ускоряют работы на объекте, и минимизируют складские площади, что важно для плотных условий реконструкции (Рис. 6.1.3). Высокопрочные и специальные стали находят все большее применение, как в новом строительстве, так и в реконструкции, так как минимизируют габариты сечений и вес конструкций. Ожидается в ближайшие десятилетия будет расти роль новых композитных и наноматериалов, их комбинирование со сталью. Совместно, числовые технологии проектирования, изготовления и монтажа позволяют реализовать сложные формы, максимально органично интегрируются в существующее здание, обеспечивая его высокую архитектурную выразительность. Это дает возможность повысить эффективность строительной отрасли, которая, занимая 13% мирового ВВП, в то же время сейчас имеет вдвое меньшую производительность по сравнению со средними показателями других сфер народного хозяйства [122].

4. Увеличение роли экологических факторов. В общемировом смысле вследствие глобального потепления ожидаемое повышение мирового океана приводит к необходимости преобразования и защиты существующей застройки в прибрежных зонах с рисками затопления. В Украине повышение температуры сказывается на изменчивости климата, росте снеговых нагрузок и т.п. В этом процессе каждое здание

может стать шагом и примером движения к более сбалансированному существованию. Зеленые решения в реконструкции, когда видоизмененные здания дают новые вертикальные и горизонтальные площади для растений, с системами локальных возобновляемых источников энергии и замкнутой инфраструктуры обеспечения – должны соче-

таться с выбором экологических, в основном местных конструктивных материалов. Сталь является самым распространенным повторно используемым материалом в Мире – по



Рис. 6.1.2 – Объединение форм структурной системой с деревовидными колоннами Парламента Канады, г. Оттава Арх. ARCOP/FGMDA, конструктив Ojdrovic + Cooke, 2017 г.



Рис. 6.1.3 – Комплексные стальные заводские элементы покрытия при заполнении пространства Gallery and the Smithsonian American Art Museum, г. Вашингтон, США, проект Foster+Partners, 2007 г.

географии, объемам и степени переработки. Постепенно в производстве появляются марки сталей, которые полностью изготавливаются с привлечением низкоуглеродных и возобновляемых ресурсов, а также целиком из вторичного сырья без привлечения новой железной руды.

5. Распространение детальных экономических моделей в принятии решений. Зеленая сертификация и аудит зданий, рост

экологического сознания, информатизация мира, совершенствование комплексных инструментов прогнозирования и экономического анализа – являются ключевыми факторами, которые вплотную приближают к реализации концепции круговой экономики (*circular economy*), как модели устойчивого экономического развития, основанной на восстановлении и рациональном использовании ресурсов. В результате экономика

станет более прозрачной, предсказуемой, а ее развитие – быстрым и системным. Уже сейчас многофакторное сравнение и анализ решений с кардинально разными формами, конструктивами для обеспечения одинаковой функции здания – все больше опирается на параметрические модели, растет доступность и распространяется нормативное регулирование средств оценки жизненного цикла. Это позволяет сохранять ресурсы и выбирать оптимальные стратегии долгосрочного инвестирования. В некоторых странах здания с нулевым энергопотреблением уже выросли до уровня качества и экономичности, который позволяет играть весомую роль в строительстве и формировании рынка недвижимости [123]. Учет в дальнейшем компонентов планетарных границ (*planetary boundaries*), таких как экономические потери от разрушения озонового слоя стратосферы, от расходования запасов пресной воды, от потери биоразнообразия, от роста химического загрязнения и т.д. – порождает новые цепочки принятия решений и создания ценностей для товаров и ус-

луг в мировом хозяйстве [120]. Сокращение потребления сырья, повторное использование и рециркуляция материалов является неотъемлемой частью глобальной круговой экономики и фундаментальным преимуществом использования стали.

Как реконструкция, так и новое современное строительство должны предусматривать будущую реконструкцию и повторное использование. В частности, здания со стальным сборно-разборным каркасом, как функциональный элемент среды – могут переноситься на новые места и использоваться повторно вновь и вновь (*рис. 6.1.4*).

От нас зависит, сможем ли мы построить общество с ответственным использованием ресурсов и устойчивым развитием. И строительная отрасль должна быть драйвером этого процесса. В глобальном смысле, все, что мы делаем на планете – является реконструкцией среды для лучшей жизни. Научившись изменять объекты с прогнозируемостью, повысив осознанность при взаимодействии с Природой, мы достигнем космического будущего как цивилизация.



Рис. 6.1.4 – Перенос на новое место здания со стальным каркасом 1958 г. из Брюссель в г. Бриндонк (Бельгия), 2008 г.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Барашиков А.Я. Оценка технического состояния строительных конструкций, зданий и сооружений / Барашиков А.Я., Малышев А.Н., К.: НМЦ Держнаглядохоронпраці України, 1998 – 231 с.
2. Беляев Н. Расчет элементов из стальных холодноформованных профилей в соответствии с Еврокодом 3 / Билык А., Билык С., Уей Э., Хейвуд М. – К., УЦСБ: 2015 – 99 с.
3. Билык А. Сравнительный анализ стоимости многоэтажных коммерческих зданий / Бурган Б., Билык А. – К.: УЦСБ, 2014 – 77 с.
4. Білик А.С. Оптимальний вибір конструкцій з дискретно змінною схемою навантаження // Зб.наук. пр. Укр.Інст.стал. констр. ім. В.М. Шимановського. – Вип. 14: 2014 р. – С. 70–78.
5. Білик А.С. Розрахунок сталевих конструкцій будівель відповідно до Єврокоду 3 та національних додатків України / Білик А.С., Ковалевська Е.А. – К.: УЦСБ, 2016 – 231 с.
6. Билык А.С. Стальные конструкции в архитектуре / Билык А.С., Лоусон М. – К.:УЦСБ, «НПП Інтерсервіс», 2014 – 135 с.
7. Білик А.С., Пікуль А.В., Нужний В.В., Шайдюк М.В. Кафедра металевих і дерев'яних конструкцій КНУБА для захисту Батьківщини Містобудування та територіальне планування №61 / 2016 мат. Міжнародної науково-практичної конференції «Будівлі та споруди спеціального призначення: сучасні матеріали та конструкції» ред. М.М. Осетрін (2–3.06.2016) – С. 33–44.
8. Билык А.С., Курашев Р.В., Горбатенко В.В., Коваленко Г.Н. // Применение термомеханически упрочненного листового проката в сварных металлических конструкциях . Промислове будівництво та інженерні споруди (Журнал) №4/2013 – С. 2–5.
9. Білик А.С., Пікуль А.В. Вибір оптимального вирішення сталевих конструкцій за критерієм вартості життєвого циклу в умовах реконструкції II Miedzynarodowa Polsko-Ukrainska Konferencija Naukowo-Techniczna APKM, 2014 – S. 65–68.
10. Білик А.С., Білик С.І., Нужний В.В. Систематика і практика реконструкції із застосуванням сталевих конструкцій // «Проектант» , Збірник Академії будівництва України (Журнал), Асоціація проектних організацій – К.: №18/2016 – С. 22–30.
11. Білик А.С. Беляєв М.А. BIM – моделювання. Огляд можливостей та перспективи в Україні // Промислове будівництво та інженерні споруди №2/2015 – С. 9–16.
12. Білик А.С., Терновий М.І., Хмельницький С.В.Алгоритмічна оптимізація каркасів багатопверхових будівель за критерієм металоємності // Збірник наукових праць Українського інституту сталевих конструкцій ім. В.М. Шимановського , під ред. О.В. Шимановського. – К.: Вид-во «Сталь», 2015 – №Вип. 15. – С. 103–111.
13. Білик А.С. Проектування в сучасних умовах будівельного ринку України // «Проектант» Збірник Академії будівництва України (Журнал), Асоціація проектних організацій – №20/2016 – С. 12–22.
14. Білик А.С. Критерії вибору конструктивної форми і засобів при реконструкції будівель // «Проектант» , Збірник Академії будівництва України (Журнал), Асоціація проектних організацій – К.: №21/2016 – С.14–20, №23/2017 – С. 10–15.

15. Білик А.С., Аметов Ю.Г., Біляєв М.А., Пікуль А.В. Нові стандарти проектування сталезалізобетонних балок перекриттів і анкерних упорів та можливості їх застосування. Сталезалізобетонні конструкції: дослідження, проектування, будівництво, експлуатація // Зб. наук. статей. Вип. 12. – Полтава: ПолтНТУ, 2016 – С. 61–71.
16. Вахитова Л.Н. Конструктивная огнезащита стальных каркасов зданий. Технические рекомендации для проектирования / Вахитова Л.Н., Калафат К.В., К.: УЦСБ, 2015 – 65 с.
17. Гендель Э.М. Передвижка, подъем и выпрямление сооружений / Гендель Э.М. – Издательство «Узбекистан». Ташкент, 1975 – 229 с.
18. Глотова С.Б. К вопросу о способности конвертируемых промышленных объектов соответствовать критериям современной жилой архитектуры [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.marhi.ru/AMIT/2010/3kvart10/glotova/glotova.pdf> – Название с экрана.
19. Голяркин В.Ф. К вопросу о геопатогенных зонах Киева / Голяркин В.Ф., Билык А.С., Миронов Н.И. – АБУ Збірник «Проектант» К.: №4/2012 – С. 16–25.
20. Гордон Дж.Э. Конструкции, или почему не ломаются вещи / Гордон Дж.Э. (Structures, or why things don't fall down), 1968. Пер. с англ. М.: Мир, 1980 – 389 с.
21. Давиденко О.І., Стоянов В.В. Підвищення міцності й деформативності дерев'яних балок // Современное промышленное и гражданское строительство №1/2009 – С. 23–27.
22. ДБН А.2.1-1:2014 «Вишукування. Інженерні вишукування для будівництва».
23. ДБН А.2.2-1:2003. «Проектування. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. Зі зміною № 1».
24. ДБН А.2.2-3:2014 «Склад та зміст проектної документації на будівництво».
25. ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва».
26. ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва».
27. ДБН В.1.2-5:2007 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів Науково-технічний супровід будівельних об'єктів».
28. ДБН В.1.2-12:2008 «Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки».
29. ДБН В.1.2-14:2009 «Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ».
30. ДБН В.2.1-10:2009 «Основи та фундаменти будинків і споруд».
31. ДБН В.2.2-24:2009 «Будинки і споруди. Проектування висотних житлових і громадських будинків».
32. ДБН В.2.6-160:2010 «Конструкції будинків і споруд. Сталезалізобетонні конструкції. Основні положення».
33. ДБН В.2.6-198:2014 «Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу».
34. ДБН В.3.2-2:2009 «Житлові будинки. Реконструкція та капітальний ремонт».
35. ДСТУ Б В.2.6-210:2016 «Оцінка технічного стану сталевих будівельних конструкцій, що експлуатуються».
36. ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 «Правила визначення вартості будівництва».
37. ДСТУ-Н Б А.2.2-11:2014 «Настанова щодо проведення авторського нагляду за будівництвом».
38. ДСТУ-Н Б В 1.2-16:2013 «Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва».
39. ДСТУ-Н Б В.2.6-87:2009. «Настанова з проектування конструкцій будинків із застосуванням сталевих тонкостінних профілів».
40. ДСТУ-Н Б В.3.2-4:2016 «Настанова щодо виконання ремонтно-реставраційних робіт на пам'ятках архітектури та містобудування».
41. ДСТУ Б В.2.6-215:2016 «Розрахунок і конструювання сталезалізобетонних конструкцій з плитами по профільованим настилам».
42. ДСТУ Б В.2.6-216:2016 «Розрахунок і конструювання з'єднувальних елементів сталезалізобетонних конструкцій».

43. ДСТУ-Н Б EN 1993-1-1:2010 «Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд (EN 1993-1-1:2004, IDT)».
44. ДСТУ-Н Б EN 1994-1-1:2010 «Єврокод 4. Проектування сталезалізобетонних конструкцій. Частина 1-1. Загальні правила і правила для споруд (EN 1994-1-1:2004, IDT)».
45. ДСТУ 2860-94 «Надійність техніки. Терміни та визначення».
46. ДСТУ 8240-89 «Швеллери с уклоном внутренних граней полок».
47. ДСТУ 8509-93 «Кутики сталеві горячекатані рівнополічкові».
48. ДСТУ 8539:2015 «Прокат для будівельних сталевих конструкцій».
49. ДСТУ 10704-91 «Труби сталеві електрозварні прямошовні. Сортамент».
50. ДСТУ EN 10025-4:2007 «Вироби горячекатані з конструкційної сталі. Частина 4. Технічні умови постачання термомеханічнооброблених зварюваних дрібнозернистих сталей (EN 10025-4:2007, IDT)».
51. Екологічна геологія: підручник / За ред. д.г.-м.н. М.М.Коржнева – К.: ВПЦ „Київський університет”, 2005 – 257 с.
52. Жербин М.М. Металлические конструкции / Жербин М.М., Владимирский В.А. – К.: Вища школа, 1986 – 215 с.
53. Закон України № 687-XIV від 20.05.1999 р. «Про архітектурну діяльність».
54. Закон України № 1699 від 20.04.2000 р. «Про планування і забудову територій».
55. Закон України № 2246-VIII від 07.12.2017 р. «Про Державний бюджет України».
56. Закон України № 1805-III від 08.06.2000 р. «Про охорону культурної спадщини».
57. Закон України № 1817-VIII від 17.01.2017 р. «Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо удосконалення містобудівної діяльності»
58. Закон України № 3038-VI від 17.02.2011 р. «Про регулювання містобудівної діяльності».
59. Закон України № 4941-д від 22.06.2017 р. «Про енергетичну ефективність будівель».
60. Закон України № 525-V від 22.12.2006 р. «Про комплексну реконструкцію кварталів (мікрорайонів) застарілого житлового фонду».
61. Калафат К.В. Расчет огнестойкости стальных конструкций и проектирование огнезащиты в соответствии с Еврокодом 3 и национальными приложениями Украины / Калафат К., Билык А., Беляев Н., Ковалевская Э. – К.: УЦСБ, 2014 – 83 с.
62. Калафат К.В. Конструктивная огнезащита стальных каркасов зданий: технические рекомендации для проектирования / Вахитова Л.Н., Калафат К.В. – К.: УЦСБ – 66 с.
63. Клименко Є.В. Технічна експлуатація та реконструкція будівель і споруд: Навчальний посібник. / Клименко Є.В. – К.: «Центр навчальної літератури», 2004. – 304 с.
64. Кодін В.О. Основи реконструкції історичних міст : Навчальний посібник. / Кодін В.О. – Х.: ХНАМГ, 2009. – 172 с.
65. Крашенникова С.В. К вопросу об эколого-геоморфологической оценке территории города // Известия ПГПУ №1 (5) 2006 – С. 150–154.
66. Лимонад М. Ю. Живые поля архитектуры / Лимонад М. Ю., Цыганов А. И. Учебное пособие. – Обнинск: Титул, 1997. – 288 с.
67. Лист ДАБІ від 02.08.2013 г. № 40-16-3790 «О реконструкции зданий и сооружений и их консервации».
68. Лист Мінрегіону України від 19.06.2013 № 7/16-9551.

69. Лист Мінрегіону от 19.06.2013. № 7/16-9551.
70. Мальганов А.И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий (атлас схем и чертежей)/ Мальганов А.И., Плевков В.С., Полищук А.И. – Томск: Томский межотраслевой ЦНТИ, 1990, – 316 с.
71. Манохин П. Е., Шишкина С. Л. Определение социального эффекта от реконструкции общественных зданий // Технические науки: теория и практика: материалы III междунар. науч. конф. (г. Чита, апрель 2016 г.). – Чита: Издательство Молодой ученый, 2016. – С. 111–114.
72. Миловидов Н.Н. Реконструкция жилой застройки : учеб. пособие для вузов / Миловидов Н.Н., Осин В.А., Шумилов М.С. – М.: Высш. школа, 1980 – 240 с.
73. Наказ Державного комітету України з питань житлово-комунального господарства від 17 травня 2005 року № 76 «Про затвердження Правил утримання жилих будинків та прибудинкових територій».
74. Наказ Мінрегіону України від 07.07.2011 № 109 «Перелік об'єктів будівництва, для проектування яких містобудівні умови та обмеження не надаються».
75. Нілов О.О. Металеві конструкції: Підручник / Пермьков В.А., Шимановський О.В., Білик С.І., Белов І.Д., Лаврінченко Л.І., Володимирський В.О. II видання – К: «Сталь», КНУБА, 2010 р., – 832 с.
76. Обстеження та підсилення металевих конструкцій // Методичні рекомендації до виконання курсового проекту, уклад. А.С.Білик, М.О. Бут, В.М. Адаменко. – К.: КНУБА, 2013. – 40с.
77. Першаков В.М., д.т.н., проф., Близнюк Т.В., асп., «Особенности проектирования вертолетных майданчиків на дахах будівель» Матеріали XI Міжнародної науково-технічної конференції «АВІА-2013» Том 4, м. Київ НАУ, 21–23 травня 2013 року. – С. 25.9-25.12.
78. Пособие по проектированию усиления стальных конструкций (к СНиП II-23- 81*). – М.: Стройиздат, 1989. – 159 с.
79. Постанова Кабінету Міністрів України від 15.02.2002 № 175 «Методика оцінки збитків від наслідків надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру».
80. Постанова Кабінету Міністрів України від 27.04.2011 № 557 «Про затвердження Порядку віднесення об'єктів будівництва до IV і V категорій складності».
81. Постанова Кабінету Міністрів України від 11.05.2011 № 560 «Порядок затвердження проєктів будівництва і проведення їх експертизи».
82. Постанова Мінрегіону «Про авторський та технічний нагляд під час будівництва об'єкта архітектури» від 11.07.2007 р. № 903.
83. Пояснення Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна ПАН України від 18.06.2013 № 01-7-381.
84. Правила утримання жилих будинків та прибудинкових територій // Наказ Державного комітету України з питань житлово-комунального господарства від 17.05.2005 року №76 від 17.05.2005
85. Технічний нагляд за будівництвом і безпечною експлуатацією будівель та інженерних споруд: навчальний посібник / за ред. проф. О.А.Тугая та Гарнеця В.М. – К.: «Хай-Тек Прес», 2011 – 448 с.
86. Травин В.И. Капитальный ремонт и реконструкция жилых и общественных зданий: Уч. пособие для арх. и строит. спец. вузов / Травин В.И., изд.2 – «Феникс» Ростов на Дону, 2004 – 256 с.
87. Трубина Е.Г. Город в теории: опыты осмысления пространства : монографія/ – М.: Новое литературное обозрение, 2011. – 519 с.
88. Фурдуй Р., Горячок А., нач. ІВЦ ДРТП “Північгеологія”. Київська кільцева структура // ж. “Геолог України”, 2003.
89. Хайно Энгель Несущие системы : монографія / Хайно Энгель предисл.Р.Рапсона; пер.с нем. Л.Андреевой. – М.: АСТ: Астрель, 2007 – 344 с.
90. Хайруллин В.А., Терехов И.Г., Набиуллина А.А. Теоретические и методические основы оценки социального эффекта при проведении капитального ремонта зданий гражданского назначения // Интернет-журнал Науковедение Выпуск № 5 (30) / том 7 / 2015 – С. 1–15.

91. Чорней Н.Б. Теорія систем і системний аналіз: навч. посібник / Чорней Н.Б., Чорней Р.К. – К.: МАУП, 2005 – 256 с.
92. Шагин А.Л. Реконструкция зданий и сооружений/ Шагин А.Л., Бондаренко Ю.В., Гончаренко Д.Ф., Гончаров В.Б.; Под ред. А. Л. Шагина: Учеб. пособие для строит, спец. вузов. – М.: Высш. шк., 1991. – 352 с.
93. Шихов А.Н. Реконструкция гражданских и промышленных зданий: монография / Шихов А.Н – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2015 – 399 с.
94. AISC Design guide #15 A Rehabilitation and Retrofit Guide / Roger L. Brockenbrough 2003 Inc.Pittsburgh – 317 p.
95. Benjamin Grant (2003-06-17). What is Gentrification? // Public Broadcasting Service. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.pbs.org/pov/pov2003/flagwars/special_gentrification.html – Название с экрана.
96. Bilyk A., Kurashev R., Burgan B., Khmelniiska A. First Ukrainian cost study experience of commercial multistory buildings with concrete and steel frame// Design, Fabrication and Economy of Metal Structures/International Conference Proceedings 2013, Miskolc, Hungary, Apr.24-26. Jarmai K., Farkas J. (eds) Springer – P. 511–517.
97. BS-8544-2013 «Guide for life cycle costing of maintenance during the in use phases of buildings».
98. Building Evaluation for Adaptive Reuse and Preservation За J. Stanley Rabun, Richard Kelso – Wiley – 232 p.
99. Comparative Structure Cost of Modern Commercial Buildings (Sec.Ed.) // Hicks S.J., Lawson R.M., Rackham J.W., Fordham P. SCI P137, 2004 – 85 p.
100. Effect of geopathic stress on human heart rate and blood pressure // N.P.Dharmadhikari, A.P.Rao et al. // Indian Journal of Science and Technology – P. 54–57.
101. Guidelines for Building and Structure Relocation An Overview and Select Case Studies // Todd Holbert, B.A.E./M.A.E., – The Pennsylvania State University, 2015.
102. ISO 15686-5 «Buildings and constructed assets – Service life planning: Part 5, Life-cycle costing»
103. Haapio J., Jokinen T., Heinisuo M., Laasonen M. Feature-Based Cost and CO2 Equivalent Optimization of Semi-Rigid Steel Frames // Design, Fabrication and Economy of Metal Structures/International Conference Proceedings 2013, Miskolc, Hungary, Apr.24-26. Jarmai K., Farkas J. (eds), Springer – P.11–17.
104. Harris, A., ‘Structural Steel in Refurbishment Projects’, Civil Engineering, Steel Supplement, November/December, 1985.
105. Khajehpour S., Grierson D.E. Profitability versus safety of high-rise office buildings // Struct. Multidisc. Optim. 25, 2003, – P. 279–293.
106. Life Cycle Costing: Theory and Practice // Flanagan R, Norman G, Meadows J, Robinson G (1989). Oxford: BSP Professional Books.
107. Nicole Brydson (2008-05-23). Brooklyn, The Borough: A Case of Gentrification // The New York Observer. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.observer.com/2008/brooklyn-borough-16>.
108. Schade J. Life cycle cost calculation models for buildings Department of Civil, Mining and Environmental Engineering Luleå University of Technology, Luleå, Sweden – INPRO, 2007, 9 – P. 8.
109. Structural Analysis of Historic Buildings: Restoration, Preservation, and Adaptive Reuse Applications for Architects and Engineers J. Stanley Rabun John Wiley & Sons, 2000 – 500 p.
110. United Facilities Criteria (UFC). 2009. «Design of Buildings to Resist Progressive Collapse», UFC 4-023-03, Department of Defense, USA.

111. Geissdoerfer, M; Savaget, P; Bocken, N.M. P.; Hultink, E.J. «The Circular Economy – A new sustainability paradigm?». (2017-02-01). Journal of Cleaner Production. №143, – P. 757–768.
112. Newman, A. Structural Renovation of Buildings: Methods, Details, and Design Examples; McGraw-Hill: New York, NY, USA, 2001 – P. 867.
113. Kenneth E. Boulding “The Economics of the Coming Spaceship Earth” // H. Jarrett (ed.) 1966. Environmental Quality in a Growing Economy, Baltimore, MD: Resources for the Future/Johns Hopkins University Press – P. 3–14.
114. Nicola Armaroli, Vincenzo Balzani: Energy for a Sustainable World – From the Oil Age to a Sun-Powered Future, Wiley-VCH 2011.
115. Pierre Engel (статья)/ [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://constructalia.arcelormittal.com> – Название с экрана.
116. Steven W. Running. A measurable planetary boundary for the Biosphere // Science, 2012/ V. 337. – P. 1458–1459.
117. Rehabilitation and strengthening of old masonry buildings / H. Meireles; R. Bento – Março de 2013 – Relatório ICIST DTC №02/2013.
118. Research press-release Colliers International [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.colliers.com>.
119. Refurbishment by steelwork ArcelorMittal Europe – 84 p. [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://sections.arcelormittal.com/fileadmin/redaction/4-Library/1-Sales_programme_Brochures/Refurbishment/Refurbishment_EN.pdf.
120. Steven W. Running. A measurable planetary boundary for the Biosphere // Science. — 2012. — V. 337. — P. 1458–1459. DOI: 10.1126/science.1227620
121. Trabucco D. Fava P. Confronting the question of demolition or renovation/ CTBUH Journal 2013 Issue IV [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://global.ctbuh.org/resources/papers/download/245-confronting-the-question-of-demolition-or-renovation.pdf>.
122. Worldsteel Construction Conference 17.4.2018. Vanhoey M. How the steel industry can contribute to productivity improvements in construction Pres. – 22 p. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://constructsteel.org>.
123. Worldsteel Construction Conference 17.4.2018 / Vassart O. Sustainable advantage of steel solutions Pres. – 23 p. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://constructsteel.org>.

В книге также использованы иллюстрации и фотографии с интернет-сайтов общественного доступа.

СТАЛЬ В РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ

Билык А.С.

Монография

Видавець ТОВ «ОБНОВА КОМПАНІ»

Адреса: 03067, м. Київ, вул. Машинобудівна, буд.50

Свідоцтво про внесення до державного реєстру: ДК № 4730 від 03.06.2014 р.

ОБ ИЗДАТЕЛЕ

Украинский Центр Стального Строительства (УЦСС) – ассоциация участников рынка металлостроения, участниками которой являются ведущие производители и дистрибьюторы стального проката, заводы по производству металлоконструкций, кровельных и фасадных систем, отраслевые проектные и научные организации, монтажные и строительные компании.

Миссией Украинского Центра Стального Строительства является продвижение стальных конструкций как предпочтительного материала строительства путем создания эффективных, инновационных решений для клиентов.

Как ассоциация Украинский Центр Стального Строительства развивает свою деятельность в следующих направлениях:

Инженерное

- Исследования в области эффективного проектирования объектов недвижимости
- Разработка концептов проектов с применением стальных конструкций
- Проектирование огнезащиты

Техническое

- Создание типовых проектов и прототипов зданий с применением различных видов металлических конструкций
- Разработка каталогов проектных решений
- Изменение нормативной базы с целью внедрения новых технологий в производстве, проектировании и монтаже металлических конструкций

Информационное

- Представление отрасли металлостроения в СМИ
- Популяризация стальных решений среди заказчиков строительства
- Внедрение мирового технического опыта

Обучающее

- Проведение технических семинаров
- Информирование участников отрасли об изменениях в законодательной базе

Нормативное

- Внедрение передовой нормативно-технической базы в строительстве
- Гармонизация европейских норм на изготовление, проектирование и монтаж металлических конструкций

Данная публикация не может переиздаваться, сберегаться или передаваться в любой форме и любыми средствами без предварительного письменного разрешения издателя, кроме случаев передачи в целях исследования, персонального изучения, критики или обзора, или случаев издания по лицензии УЦСС, или другого соответствующего органа лицензирования за пределами Украины. Хотя были приняты меры для обеспечения корректности данной публикации в пределах известных фактов или принятых на момент публикации практик, Украинский Центр Стального Строительства, авторы и редакторы не несут ответственности за любые ошибки или неверные толкования этой информации, и за любые потери, связанные с ее использованием. Копии публикации, предоставляемые Членам УЦСС, не предназначены для продажи.

© Украинский Центр Стального Строительства, 2018



Украинский Центр Стального Строительства
01015, Украина, Киев,
ул. Лейпцигская, 15-А, БЦ МЕРКС
+38 (044) 280-18-20
INFO@USCC.UA
WWW.USCC.U

Артем Билык

К.т.н., доц. Руководитель инженерного центра УЦСС. Доцент кафедры металлических и деревянных конструкций Киевского Национального университета строительства и архитектуры. Главный инженер проектной компании «Вартість», участник многих проектов по реконструкции и капитальному ремонту зданий. Глава подкомитета ТК301 Минрегионстроя. Сертифицированный инженер и эксперт по обследованию зданий и сооружений, автор и соавтор более 75 научных публикаций и методических пособий, а также строительных норм и 10 монографий, в которых популяризирует применение качественных стальных и сталежелезобетонных решений, а также методы оптимального проектирования, является евангелистом экономики замкнутого жизненного цикла.



Реконструкция – один из самых сложных сегментов строительства, поскольку каждое здание, даже типичное по застройке, все равно имеет индивидуальные особенности и накапливает их в результате эксплуатации. Поэтому преобразование существующей застройки становится задачей, не имеющей универсального решения, и требует в каждом случае уникального, особенного и тщательного подхода.

Данная работа призвана интегрировать существующий мировой опыт решений реконструкции с применением стали и систематизировать его в ракурсе изменения функции, архитектурной и конструктивной формы.