

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Архитектурно-строительный институт

(наименование института полностью)

Кафедра «Промышленное, гражданское строительство и городское хозяйство»

(наименование кафедры)

08.04.01 Строительство

(код и наименование направления подготовки, специальности)

«Технология строительного производства»

(направленность (профиль))

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему: «Совершенствование технологии надстройки зданий в условиях стесненной городской застройки»

Студент

Д.А. Комаров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный

А.А. Руденко

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

руководитель

Руководитель программы д.э.н., к.т.н., профессор, А.А. Руденко

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ » _____ 2018г.

Допустить к защите

Заведующий кафедрой ПГСигХ

к.т.н., доцент, Д.С. Тошин

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ » _____ 2018г.

Тольятти 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 Анализ существующего опыта реконструкции зданий в условиях стесненной городской застройки	7
1.1 Обоснование необходимости реконструкции зданий в условиях стесненной городской застройки.	7
1.2. Реконструкция и модернизация зданий на территории массовой застройки	10
1.3. Анализ существующих методик оценки состояния массовой жилой застройки.....	18
2 Разработка технических и технологических решений надстройки зданий в условиях стесненной городской застройки.	24
2.1 Выбор технологии реконструкции существующих зданий в зависимости от их конструктивных решений.	24
2.2 Разработка алгоритма обследования несущей способности конструктивных элементов здания.....	28
2.3 Разработка технических решений по усилению несущих конструкций	33
2.4 Расчет конструктивных элементов здания	41
3 Предложения по совершенствованию технологии надстройки зданий в условиях стесненной городской застройки	49
3.1 Методика вариантного проектирования надстройки зданий	49
3.2 Разработка технических решений по надстройке.....	56
3.3 Технология реконструкции зданий в условиях стесненной городской застройки	70
3.4 Оценка эффективности предлагаемых решений по надстройке зданий	76
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	79
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	81
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	85

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. В процессе капитального строительства, в условиях снижения темпов экономического роста, эффективности и финансирования нового строительства, реконструкция построек 70 - 90-х годов является достаточно актуальной проблемой в строительной отрасли, которая позволяет увеличить срок эксплуатации зданий, выполнить реконструкцию здания, улучшить качество жизни, выполнить капитальный ремонт фасадов зданий, замену инженерных коммуникаций.

Одним из наиболее рациональных способов осуществления поставленных задач является надстройка зданий, имеющая ряд преимуществ: уменьшение плотности застройки, увеличение жилой площади в стесненных условиях, развитие существующей инфраструктуры. В связи с расположением данных объектов в районах с развитой инфраструктурой, большой плотностью застройки, возникает ряд обстоятельств препятствующих реконструкции зданий, где одним из главных аспектов является стесненные условия производства работ, отсутствие возможности восприятия нагрузок за счет существующих конструкций, а также уширения зданий. При реконструкции зданий также необходимо учитывать соблюдение всех нормативных требований, обеспечивающих долговечность, устойчивость, благоприятные условия, соблюдая требования энергоэффективности, что является неотъемлемой частью комфортного проживания жильцов.

В связи с развитием строительной инфраструктуры, на рынке представлен широкий спектр материалов, отвечающих современным требованиям, как правило, данные материалы не позволяют произвести реконструкцию, надстройку зданий в связи с их большой последующей нагрузкой на фундамент и основание здания, что предполагает производства работ по усилению несущих конструкций, увеличивая сметную стоимость строительства.

Учитывая данные аспекты при реконструкции, выбранная тема диссертационного исследования является актуальной и востребованной.

Актуальность реконструкции зданий обосновывается:

1. Количеством построек 70-90-х годов, преимущественно расположенных в центральных районах города.
2. Нормативным сроком выполнения капитального ремонта зданий.
3. Сокращением бюджета, а также уменьшением инвестиций в капитальное строительство.
4. Преобразованием облика фасадов зданий.
5. Уменьшением стоимости производства работ в сравнении с капитальным строительством.

Цель работы - разработка технологических и технических решений по надстройке зданий в условиях стесненной городской застройки.

Предметом исследования диссертационной работы являются способы, методы, приемы выполнения работ по надстройке зданий.

Объект исследования – технологические приемы и технические решения по надстройке зданий в стесненных условиях.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

1. Выполнен анализ существующего опыта реконструкции зданий в стесненных условиях города.
2. Проанализированы существующие технологии надстройки зданий.
3. Разработаны предложения по совершенствованию технологии надстройки зданий в стесненных условиях.
4. Выполнен анализ и подбор рациональных строительных материалов.
5. Уточнен методический инструментарий в области оценки несущей способности надстраиваемых частей здания.
6. Произведено испытание стоечного профиля, различного сечения для оценки степени потери местной устойчивости.
7. Выполнен расчет конструктивных элементов здания с целью определения необходимости производства работ по усилению несущих конструкций.

8. Разработаны предложения по применению технических и технологических решений при надстройке зданий.

Методы исследования - анализ, синтез, индукция, дедукция, факторный анализ.

На защиту выносятся:

1. Технология реконструкции зданий в условиях стесненной городской застройки.

2. Результаты экспериментальных исследований по определению потери несущей способности стальных тонкостенных конструкций.

3. Обследование несущих конструкций здания, на наличие видимых дефектов, влияющих на дальнейшую эксплуатацию здания.

4. Результаты расчета обеспечения несущей способности, конструктивных элементов здания.

5. Предложения по организации производства работ без технологических перерывов, с экономией бюджетных средств.

Научная новизна работы, заключается в следующем:

1. Уточнены предложения по совершенствованию технологии надстройки зданий в стесненных городских условиях.

2. Дополнен методический инструментарий в области оценки несущей способности надстраиваемых зданий.

3. Произведено испытание и расчет стоечного профиля.

4. Дополнены применяемые технические и технологические решения по надстройке зданий.

Практическая значимость заключается в возможности использования предложений по технологии и организации работ по надстройке зданий в условиях стесненной городской застройки, в практической деятельности строительных организаций.

Апробация результатов исследования. Результаты работы подтверждены результатами теоретических и практических исследований, испытаниями, а также расчетами конструктивных элементов на определение прочностных

характеристик, реализованных на ряде объектов, что подтверждено соответствующими документами о внедрении и публикациями автора.

Результаты ВКР обобщены и опубликованы автором в 2-х научно-исследовательских статьях:

1. К анализу технических и технологических решений надстройки зданий в условиях стесненной городской застройки/Комаров Д.А., Коренченко С.С., Руденко А.А.// Наука и образование: новое время. – 2017. №6 (23). С. 71-76.

2. К вопросу о реконструкции зданий в условиях стесненной городской застройки/ Комаров Д.А., Коренченко С.С., Руденко А.А.// Научный альманах. – 2017. № 3-3 (29). С. 112-115.

Объем и структура работы. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, библиографического списка из 39 источников и 2-х приложений. Общий объем работы 89 страниц машинописного текста.

1 Анализ существующего опыта реконструкции зданий в условиях стесненной городской застройки

1.1 Обоснование необходимости реконструкции зданий в условиях стесненной городской застройки

Выполненный анализ литературы [1-7], показал, что в 70-х – 90-х г., в период развития экономики, промышленного производства, образования, так же активно развивались и расстраивались города и поселки городского типа. Необходимость в жилье возрастала прямо пропорционально экономике. Города активно застраивались 4-х, 5-ти этажными домами простейших архитектурных форм из доступных строительных материалов. Данные здания сохранились до наших дней, потеряв прежнюю актуальность и архитектурную выразительность [13]. Такие дома зачастую расположены в центральной части города с развитой транспортной, инженерной и социальной инфраструктурой в соответствии с действующими нормативными документами [28], плотность застройки таких районов в 2-3 раза меньше, чем в аналогичных районах, строительство которых выполнялось в течении последних 5-ти лет.

С развитием индустриального строительства в 70-х годах, началось возведение пятиэтажных домов: кирпичных (серия 1-447 и др.) и крупнопанельных (серии 1-464, 1-335). В соответствии с последними подсчетами жилищного фонда такие дома составляют от 15% до 45% от общей площади городов. Основными недостатками таких зданий, является отсутствие архитектурной выразительности, несоответствие современным нормативным требованиям, просчетами при строительстве и проектировании, а также физическим износом зданий [8].

Из прочитанного можно прийти к выводу, что данная городская застройка нуждается в реконструкции, которая может ограничиваться капитальным ремонтом фасадов и перепланировкой квартир.

В современной экономической ситуации строительство нового жилья в размере до 2 % от площади существующего жилого фонда, недостаточно

компенсирует списываемые ветхие строения и лишь отчасти приближает нас к решению проблемы его прироста. Как показано на рисунке 1.1, до 2015 года количество жилья, подлежащего реконструкции в 2 раза превышало объем выполненного плана.

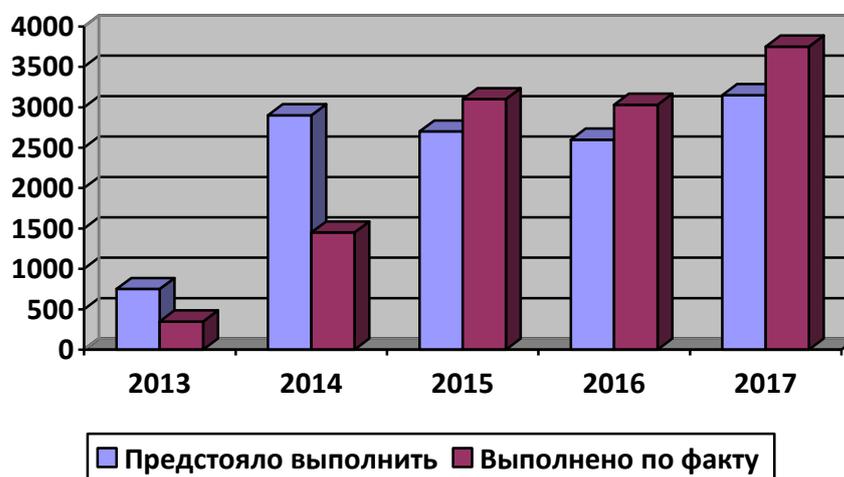


Рисунок 1.1 – Соотношение выполненного объема реконструкции жилья

Комплексная реконструкция зданий, а также капитальное строительство частично компенсирует списываемую жилую площадь. Однако увеличения количества жилья для коммерческих целей и очередников не происходит. В итоге следует, что очередные внеплановые инвестиции в капитальное строительство, а также в реконструкцию жилого фонда, необходимые для решения поставленных государством задач (интенсивный прирост жилой площади) является не целесообразным [1].

Прирост жилой площади в городах в соответствии с поставленными государством задачами не осуществляется в связи с отсутствием свободных территорий под строительство в черте города несмотря на малую плотность городской застройки. Увеличение городских территорий выполняется путем выкупа пригородной земли у собственников, что влечет за собой увеличение стоимости жилья и огромными эксплуатационными затратами на содержание.

В ходе анализа [3-5, 7-12, 35-39], выявлено, что наиболее оптимальным решением является увеличение плотности городской застройки. При этом

капитальное строительство и реконструкцию необходимо рассматривать как единый процесс.

Главным критерием капитального строительства и реконструкции является показатель себестоимости [18]. В настоящее время выкуп земельного участка либо его аренда для капитального строительства, согласно сметной стоимости составляет 25-35% от общей стоимости строительства, в то время как при реконструкции зданий, данные расходы отсутствуют. Таким образом, наиболее оптимальным способом снижения себестоимости строительства, является производство работ на освоенной территории, а именно вторичная застройка.

Основным направлением вторичной застройки является, преобразование городского облика, увеличение жилой площади, в процессе реконструкции зданий, что позволяет значительно снизить затраты на создание и развитие новой инфраструктуры [20].

Вторичная жилая застройка ширококорпусными и экономичными зданиями позволяет перейти на новый этап гражданского строительства, который включает в себя:

- объединение капитального строительства и вторичной застройки в единый процесс;
- отсутствие необходимости расширения границ города и создания новой инфраструктуры;
- продление сроков эксплуатации зданий путем усиления несущих конструкций;
- увеличение комфортабельности зданий.

В общем виде проект реконструкции состоит из 2 частей: конструктивная и объемно-планировочная, в которых представлены старая часть проекта, в виде малоэтажных домов первых серий, и новая часть проекта, в котором указаны способы реконструкции данных зданий. При этом в конструктивной части проекта, разработаны указания отдельно для двух частей здания, которые соединяются гибкими связями, а архитектурная часть проекта представлена в общем виде.

Технико-экономические показатели по реконструкции жилого фонда, значительно ниже, показателей при капитальном строительстве. Основные причины такой разницы заключаются в том, что при реконструкции жилого фонда, отсутствует необходимость в приобретении территории и ее развитии.

1.2 Реконструкция и модернизация зданий на территории массовой застройки

Зарубежный опыт [36] модернизации и реконструкции гражданских зданий из различных конструкций демонстрирует применение различных технологических решений, благодаря которым появляется возможность увеличения уровня комфорта, срока эксплуатации и надежности как инженерных систем, так и строительных конструкций, задача которых состоит в уменьшении теплопотерь, снижении расхода горячей и холодной воды, управлении микроклиматом зданий при различной температуре в течении года [38]. Как показывает анализ [3-5], наибольший опыт в реконструкции, санации и модернизации, с применением различных технологий, приемов и материалов имеет Европа (Франция, Германия, Латвия, скандинавские страны и др.) Значительной базой реконструкций зданий обладает Германия, в которой используются разнообразные технологические схемы, для увеличения срока эксплуатации зданий.

Наиболее распространенным способом реконструкции является санация зданий, базирующаяся на замене балконных и оконных блоков, кровельных и межэтажных перекрытий, ремонте помещений, инженерного оборудования, утеплению поверхностей фасада, устройстве специальных ограждений и др. Санация включает в себя множество этапов [24], один из которых - уменьшение теплопотерь путем удаления вентиляционного эффекта лестничных клеток и подъездов, при помощи замены дверных заполнений, утеплений лестничных клеток, устройства специальных тамбуров и т.п. Благодаря использованию

эффективных технологий в Восточной Германии удалось быстро и качественно выполнить санацию жилого фонда.

В некоторых городах Германии при реконструкции зданий, производят демонтаж верхних этажей в каждой 2-ой секции. После чего, остается по 8 квартир, которые получают название «городская вилла». В процессе модернизации таких зданий производится замена перекрытий этажей, оконных и дверных блоков, утепление фасада с последующей покраской, благодаря которой улучшается внешний вид зданий.

Данные решения имеют место при модернизации и реконструкции жилых домов повышенной этажности [15], в которых происходит замена элементов балконов с плоской на криволинейную форму, что позволяет не только увеличить в разы их площадь и комфортабельность, но и придать совершенно новый выразительный архитектурный вид. В процессе производства работ, для выполнения поставленных задач в более сжатые сроки применялись несколько стрелковых кранов. Работы выполнялись непрерывно, при соблюдении графика демонтажных работ, своевременных поставок новых материалов, а также монтажных работ, связанных с монтажом конструкций и заменой дверных и оконных блоков, устройством нового фасада.

Как правило, для домов с малой этажностью широкое применение при замене либо пристройке лоджий получили блочные элементы на 1-2 этажа, выполненные из металлоконструкций [10], а также навесные лоджии, крепление которых выполняется при помощи анкеровки к наружным кирпичным стенам. Как показывает практика применение блочных элементов лоджий позволяет повысить уровень комфорта для проживания, не нарушая архитектурной целостности фасадов.

В Финляндии при выполнении реконструкции и санации зданий, применяются технологии, результатом которых является уменьшение расхода электроэнергии и воды. Эксплуатация современной техники, а также использование новых материалов позволяют создать в каждой квартире систему «умный дом». Результатом реконструкции жилых зданий является

создание нового облика зданий, увеличение эксплуатационной надежности, повышение уровня комфорта, за счет пристройки лоджий и балконов, надстройки зданий, ремонта кровли и устройства мансардных этажей [7].

Использование при реконструкции готовых объемных блоков, позволяет не только уменьшить количество подготовительных работ, но и выполнить реконструкцию без отселения жильцов.

Пристройка из металлоконструкций приобрела массовое применение не только в Финляндии, но и в странах Европы, благодаря своей простоте и скорости в монтаже, их отличительной архитектурной выразительности. Для пристроек, как правило, используется свайный фундамент, выполненный из металлических свай, погружаемые в предварительно подготовленные скважины. Выполнение данного вида работ требует высокой организации, ссылаясь на часовые графики доставки и монтаж элементов, не нарушая спокойствия и ритма жизни людей [9].

Основным отличием фирм, выполняющих реконструкцию жилого фонда, являются применение готовой продукции - объемных блоков, а также высокое качество применяемых материалов. В процессе производства работ инженерно-технические работники организации, выполняющие реконструкцию жилого фонда, осуществляют тщательный контроль качества производства работ, в соответствии с нормативной документацией, что повышает их конкурентоспособность на строительном рынке. Реконструкция жилого фонда выполняется пристройкой лоджий, преобразованием фасадов, облицовкой их кирпичом, либо утеплением различными материалами с использованием многообразной цветовой гаммы.

На примере реконструкции 5-ти этажного жилого дома, были выполнены следующие задачи: устройство наружных лифтовых шахт, пристройка балконов из сборных металлоконструкций, надстройка этажей. Также были выполнены: замена кровельного покрытия, дверных и оконных блоков, утепление фасада, замена инженерных коммуникаций [21], перепланировка квартир.

Работу удалось выполнить без отселения жильцов, не отставая от графиков выполнения работ, используя современные средства механизации, технологии и высококвалифицированных рабочих. Объект был разбит на горизонтальные и вертикальные захваты совмещая технологические процессы.

Реконструкция жилого фонда во Франции состоит из сложных технологических процессов, включающих в себя замену наружных стеновых панелей, расширением зданий пристраивая лоджии, надстройку вышележащих этажей без отселения жильцов.

Основные цели реконструкции зданий во Франции включают в себя следующие задачи: обновление внешнего облика зданий, создание социальной среды доступной каждому вне зависимости от достатка жителей, повышение комфорта жильцов, соответствие необходимым современным требованиям. Жилищный фонд Франции частично состоит из довоенного жилья, которое в послевоенное время стало прибежищем для низких слоев населения, результатом является появление массы социальных проблем. Решить которые удалось благодаря модернизации инфраструктуры, замене транспортных коммуникаций, благоустройству территорий, строительству парков и т.п.

Морально и физически изношенные здания [6], в процессе обследования которых были вынесены заключения об отсутствии возможности их реконструкции, сносились с последующим строительством новых домов, отвечающих современным требованиям. Как показывает практика, существует опыт реконструкции 16-тиэтажного жилого дома 1937 года постройки, который со временем перестал отвечать современным требованиям и превратился в один из очагов социальной напряженности.

Выполнив анализ [19-25, 35-39], можно сделать вывод, что отечественная практика реконструкции зданий частично использует зарубежный опыт. При этом учитываются инженерно-геологические и климатические условия, подготовка трудовых резервов, выполняется их обучение, учитываются конструктивные и технологические особенности зданий, совершенствуется законодательная база.

Разработка вариантов реконструкции жилого фонда, вне зависимости от их конструктива, разрабатываются и модернизируются в течении последних 10 лет, учитывая зарубежный опыт, что подтверждает [19-25, 35-39].

Имеется ряд технологических решений для реконструкции зданий, которые заключаются в пристройке, надстройке, замене и усилении несущих конструкций, ремонте кровли, преобразовании внешнего облика объекта. Одной из важных задач является не только анализ и применение зарубежной практики, но и разработка с последующим внедрением инновационных технологий, оказывающих влияние на конечный результат, улучшая надежность зданий, увеличивая комфортабельность жилья, преобразование внешнего вида и района в целом. В настоящий момент неотъемлемый вклад в решение проблем реконструкции жилого фонда внесли ряд ученых: Соколов В.К., Афанасьев В.А., Матвеев Е.П., Булгакова С.К. и др. Множество организаций занимаются решением вопросов связанных с внедрением новых концепций и рациональных принципов работ.

На данный момент предлагается несколько способов реконструкции зданий [3]:

1. Снос малоэтажного здания, с последующим строительством нового, которое соответствует современным нормативным документам, но существует ряд проблем, возникающих при сносе дома, прежде чем произвести снос, необходимо подготовить жилье под переселение жильцов, необходимо утилизировать строительные отходы, обеспечить безопасность рядом стоящих домов, что в стесненных условиях практически невозможно. Также, при сносе здания возникает множество проблем, связанных с экономическими, экологическими, техническими и социальными аспектами.

2. Данный способ предусматривает несколько вариантов решения проблемы реконструкции малоэтажных зданий.

а) Умеренная реконструкция – предусматривает замену инженерного оборудования, дверных и оконных блоков, утепление фасада, а также надстройку мансардного этажа.

б) Радикальная реконструкция – включает в себя разработку программы по выселению жильцов, усилению несущих конструкций, надстройкой вышележащих этажей, увеличению площади этажей за счет пристройки ограждающих конструкций к фасадам здания.

в) Комплексная реконструкция – предусматривает отселение жильцов в процессе производства работ, производство частичного сноса здания, с последующим строительством нового, осуществление замены инженерных коммуникаций, преобразование архитектурного облика.

Каждый из вариантов предполагает большие затраты. Рассматривая тип зданий и количество работы, решение по реконструкции будет разнообразно.

Имеются несколько конструктивных решений: расширение зданий, надстройка вышележащих этажей, незначительная пристройка. Основные технико-экономические требования заключаются в самокупаемости реконструируемого объекта. В зависимости от сложности реконструкции, конструктивных решений, в таблице 1.1 приведены основные технологические решения реконструкции зданий.

Таблица 1.1 - Технологические решения реконструкции зданий

№ п.п.	Тип каркаса	Технология	Примечания
Устройство мансарды			
1	Деревянные фермы	Ручная сборка из полуферм	Выполняется на металлических шпонках с оконными блоками, с утеплением и покрытием
2	Деревометаллические шпренгельные фермы	Ручная сборка из полуферм	Выполняется по жесткому поясу, с помощью стоек и обвязочных брусьев с утеплением
3	Металлический каркас	Ручная сборка из малых элементов, подача осуществляется подъемниками	Технический этаж модернизируется в жилой, выполняется надстройка с монолитными перекрытиями,
4	Монолитный каркас	Смесь подается бетононасосом	Используется мелкощитовая опалубка

Продолжение таблицы 1.1

5	Монолитный каркас	Подача бетона осуществляется краном	Металлическая кровля, утепление ограждающих конструкций
6	Полублоки	Заводское изготовление, подача выполняется краном	Монтируется по жесткому поясу
Устройство пристройки			
7	Металлический каркас	Ручная сборка из штучных элементов	Каркас устраивается на свайном основании
8	Блочная сборка	Заводское изготовление, подача выполняется краном	Пристройка выполняется по ленточному фундаменту
Устройство надстройки			
9	Монолитный каркас	Подача бетона осуществляется краном	С последующим утеплением
Устройство надстройки с уширением			
10	Сборный и монолитный каркас	Подача бетона осуществляется краном и бетононасосами	Одностороннее уширение с надстройкой этажей, с устройством распределительной плиты
11	Сборный и монолитный каркас	Подача бетона осуществляется краном и бетононасосами	Двустороннее расширение с надстройкой этажей

Большинство технологических решений по реконструкции зданий, возможно выполнять используя конструкции и материалы, предварительно собранные на заводе, имея частичную или полную готовность к монтажу [11], без отселения жильцов. Основным критерием при выборе технологии реконструкции зданий, является количество времени, затраченного на данный вид работ.

При комплексной реконструкции зданий разрешается устройство линейных, а также угловых встроек между домами.

Радикальная реконструкция подразумевает комплекс работ, связанных с усилением несущих конструкций, фундаментов, увеличением количества полезной площади при помощи пристройки к наружным стенам лоджий, выполняя данные работы с полным выселением жильцов.

При надстройке зданий [14], используется распределительный балочный пояс с расширением реконструируемого здания, что позволяет перераспределить нагрузки от вышележащих конструкций с помощью выносных эркерных элементов. Расширение зданий позволяет в пристраиваемых элементах устройство лифтовых шахт, увеличение площади квартир, обеспечивая совместную работу данных конструкций с существующими.

На рисунке показана реконструкция здания способом, предложенным Р.Р. Гаспаряном [10].



Рисунок 1.1 - Реконструкция здания с надстройкой: а - фасад; б – разрез

По периметру здания под фундаменты, устраиваются буронабивные сваи с последующим бетонированием ленточного фундамента, следом монтируются опоры, на которые опираются плиты перекрытия. На оголовки опор, монтируются фермы, по которым устанавливаются предохранительные плиты, воспринимающие нагрузки при реконструкции, надстройка вышележащих этажей выполняется на фермы.

Данный способ имеет ряд достоинств: увеличение жилой площади, преобразование фасадов здания, а также недостатки: отсутствие возможности производства работ без отселения жильцов, зависимость от погодных условий, увеличение трудоемкости и. т.д.

1.3 Анализ существующих методик оценки состояния массовой жилой застройки

Здания и сооружения состоят из множества конструктивных элементов и представляют сложную систему взаимодействия между собой как отдельных стыковых соединений, так и всю конструкцию в целом. Конструктивные особенности этих систем заключаются в том, что применяемые материалы при строительстве, разнородны и обладают различными эксплуатационными качествами, которые под воздействием окружающей среды, внутренних технологических процессов влекут за собой возникновение деформаций и увеличение напряжений, способствующих разрушению конструкции. Как показано [7, 25, 26], развитие деформаций, а следом и разрушение, происходит в три стадии: образование трещин в конструкциях с наибольшим количеством напряжений; их постепенное развитие; и стадию, приводящую со временем к разрушению при достижении критических показателей деформаций и напряжений.

Выполнив анализ [7, 25], можно выделить 4 группы факторов, которые вызывают разрушение конструкций: воздействие внешних факторов, технологических факторов, появление и развитие дефектов при проектировании и строительстве зданий, нарушение режима эксплуатации зданий.

Внешние факторы подразделяются на искусственные и внутренние. Грунтовые, сейсмические, климатические и биологические, относятся к природным, влияние которых наносят большой вред целостности конструкции. Однако химическое загрязнение и увеличение выбросов оказывают наибольшее влияние на элементы крепления конструкций кровли, фундаментов и всего здания в целом.

Технологические факторы представлены в виде механических воздействий, агрессивной среды и технологических загрязнений, наибольшую опасность несет агрессивность грунтовой среды. Например, при попадании

промышленных выбросов в грунт, происходит их распространение грунтовыми водами на большую площадь, при попадании последних в жилые районы происходит постепенное разрушение фундаментов зданий.

Нарушения при проектировании и строительстве зданий влекут за собой уменьшение надежности, долговечности и несущей способности конструкций.

Нарушение режима эксплуатации проявляется в виде самостоятельной перепланировки квартиры, разрушая несущие конструкции уменьшается их несущая способность, протечки кровли влекут за собой намокание конструктивных элементов здания, вызывающих коррозию бетона и металла.

Уровень влияния данных факторов возможно оценить с помощью инженерных методов диагностики [17], исходя из которых, можно получить полное представление о несущей способности конструкций здания, проанализировав которые представляется возможным оценить степень необходимости и способы реконструкции, восстановительных работ.

Способы обследования технического состояния конструкций и зданий. При реконструкции, ремонте или модернизации зданий и сооружений одной из важнейших частей комплекса работ является обследование с целью определить их техническое состояние. На основании полученных данных разрабатывается проект реконструкции. В процессе диагностики зданий и сооружений выставляется оценка местных и общих деформаций конструкций кровли, несущей способности фундаментов, стен, перекрытий. По окончании обследования выносятся общая оценка состояния несущей способности конструкции, принимаются решения по ликвидации причин износа конструкции.

Обследование выполняется в 2 этапа:

1. Предварительное, общее обследование. Выполняется визуальный осмотр здания, конструкций, изучение проекта, исполнительной документации с целью получения более полного представления об объекте. В процессе осмотра необходимо детально изучить и исследовать участки конструкций

требующие принятия незамедлительных мер по их ремонту и реконструкции, должны быть подведены итоги осмотра и рекомендации по их исправлению.

2. Детальное обследование. Выполняется с целью получения и обработки достоверной информации о несущей способности конструкций и здания в целом. В процессе детального обследования определяют расположение дефектов, их размеры, смещение и отклонения от проекта [26]. Уточняют причины их возникновения, статические и динамические нагрузки в процессе эксплуатации здания, оказывающие влияние на конструкции и фундаменты.

Данный вид обследования выполняется выборочно или сплошным. Если при сплошном обследовании не менее 20 % конструкций имеют удовлетворительное состояние, то дальнейшая проверка проводится выборочно, в процессе выполнения которой необходимо исследовать не менее 10% однотипных конструкций но не менее 3-х. Так же во время проведения детального обследования необходимо уделять значение материалам из которых были изготовлены несущие и ограждающие конструкции, выполняется инженерно-геологическое изыскание, отбор образцов для определения остаточной прочности конструкций. Изучаются характеристики грунтов, размеры фундаментов [23], их смещение относительно разбивочных осей здания, изменения, которые возникли в процессе эксплуатации здания.

Детальное обследование занимает продолжительное время, исходя из этого его актуальность должна быть доказана при проведении предварительного обследования.

Определение технического состояния здания с применением инструментальных средств контроля. Для получения наиболее достоверных данных о техническом состоянии несущих конструкций учитываются их изменения во время эксплуатации здания, с целью дальнейшей реконструкции, перепланировки помещений, надстройки и т.п., проводят инструментальные обследования, используя различные приборы и оборудование. Для определения величины смещения несущих и ограждающих конструкций относительно

проектного положения применяют геодезические приспособления и приборы, такие как 2Т5К, КОН-007, ОЦП-2, «Зенит-ЛОТ» и др.

При определении остаточной прочности материалов из которых изготовлены несущие и ограждающие конструкции производится отбор образцов из самих конструкций, которые позволяют получить самые точные и достоверные результаты, несмотря на то что, этот способ является самым трудоемким процессом. Отбор проб производится с помощью кернообразователя с алмазной коронкой, благодаря которому удается получать образцы при любом расположении конструкции в виде цилиндров. После отбора проб производится их испытание, получая физико-механические характеристики.

На ряду с разрушающим методом извлечения образцов с помощью кернообразователя, так же большую популярность имеют неразрушающие методы испытаний, которые отличаются большей погрешностью. Приборы для определения прочностных характеристик методом неразрушающего контроля базируются на 2 способах [17]:

1. Механический – метод основанный на измерении пластических деформаций от штампа на элементе конструкции (молоток Физделя, склерометр Шмидта, молоток Кашкарова и др.), метод основанный на скалывании, отделении от элемента конструкции бетона (пресс-насосы), метод упругого отскока (КМ прибор и др.)

2. Физический – метод определения толщины защитного слоя арматуры магнитным способом (ИЗС-10Н), метод базирующийся на скорости распространения ультразвука (Тисо, УК-12М и др.), определение плотности с помощью изменений интенсивности гамма излучений.

Помимо перечисленных выше измерителей так же используют следующие приборы: ВИСТ-2, ИНК-2 предназначенные для определений амплитуд, колебаний и механических напряжений. При измерении количества приложенных усилий с помощью лебедок, домкратов и т.п. используют прогибомеры, динамометры и электронные измерители. Но на протяжении

многих лет основным прибором для измерения дефектов конструкций отводится ультразвуковому методу, с помощью которого можно определить такие дефекты конструкций как глубина развития трещин, толщина поврежденного слоя, величина пустот и полостей.

Помимо механических и физических испытаний конструкций на прочность, существует ряд других параметров, которые имеют значения при обследовании зданий, например, влажность утеплителя стен, воздухообмен, воздухопроницаемость стыков панелей, скорость движения воздуха в помещении, теплозащитные свойства ограждающих конструкций и т.п. В настоящий момент существует ряд приспособлений, предназначенных для измерения теплопередачи ограждающих конструкций, наиболее популярными и эффективными считаются тепловизоры.

Определение деформаций зданий. Основными критериями для определения дальнейшего предназначения здания и сооружения является их исследование на наличие деформаций и степень их развития, как известно деформации могут возникать под воздействием переменных и постоянных нагрузок. Деформации бывают 2 видов: местные, которые как правило развиваются в узлах крепления конструкций; и общие, когда деформации затрагивают все здание.

При измерении местных деформаций, используют индикаторы часового типа и прогибомеры. Для определения общих деформаций здания, которые как правило, являются следствием ошибок при расчете и подборе фундаментов и приводят к осадке как целого здания, так и отдельных его частей, используют метод инженерной геодезии, сопоставляя отметки реперов и осадочных марок. Реперы закладывают на глубину расположения не сжимаемых грунтов, и располагают по всему периметру здания через каждые 30 – 100 м, а марки, фиксирующие осадку, монтируются в фундамент, их положение фиксируют на стене краской.

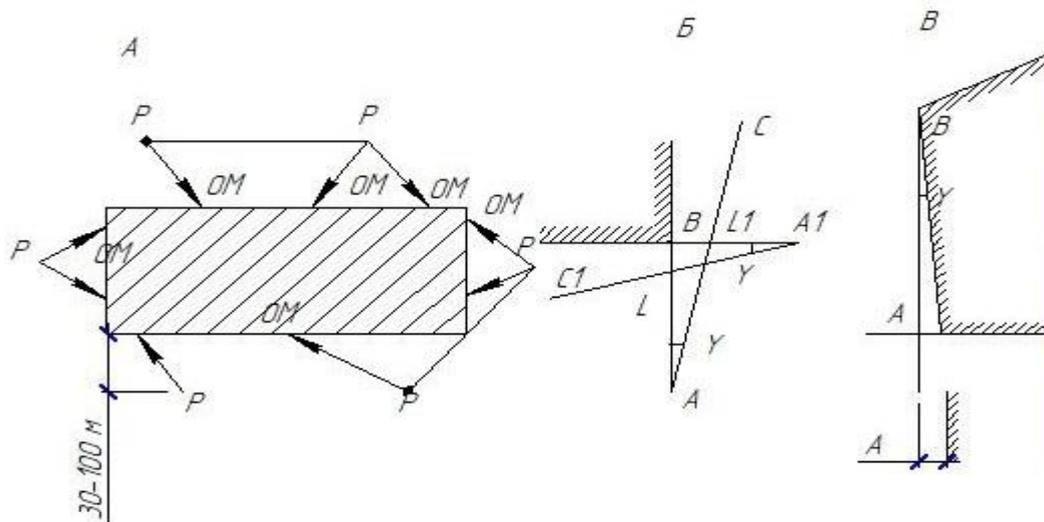


Рисунок 1.2 - Схема определения кренов и осадок здания. а - схема регистрации осадки здания: Роп – опорные репера; ОМ - осадочные марки; б,в - определение крена здания методом измерения горизонтальных углов: А, А1- центры знаков на расстоянии 30-50 м от здания; С, С1 - удаленные знаки; В -марка на верхней части здания; g, g1 - измеряемые углы

Размер кренов определяется с помощью зависимости:

$$G = \Delta y L / p; G_1 = \Delta y_1 L_1 / p, \quad (1.1)$$

где: g, g1 - приращение угла в одну сторону;

L, L1 - расстояние от сооружения до знака;

r - коэффициент перевода углов в линейное значение.

При помощи кренометров удастся получить более точные деформации, для измерения наклона применяют уровни с измерительным винтом.

2 Разработка технических и технологических решений надстройки зданий в условиях стесненной городской застройки.

2.1 Выбор технологии реконструкции существующих зданий в зависимости от их конструктивных решений.

Анализ отечественной и зарубежной литературы [1-25], показывает, что при реконструкции зданий наибольшие значения имеют конструктивные решения здания.

Наибольшей популярностью пользовалось строительство панельных и кирпичных зданий с несущими продольными и поперечными стенами.

При панельной конструктивной схеме, нагрузки воспринимаются внутренними и наружными панелями стен, с последующей передачей их на панели перекрытий и т.д. В случае с несущими продольными и поперечными несущими стенами, нагрузки собираются с плит перекрытий и далее передаются по несущим стенам.

Как правило панельные здания состоят из несущих панелей, выполненных из керамзитобетона толщиной 320 мм, панели перекрытия выполнены из железобетонных панелей толщиной от 100 до 130 мм.

Здания с несущими кирпичными стенами выполнены из силикатного кирпича на отметке 0,000 и выше, в качестве плит перекрытий использовались многопустотные плиты перекрытия толщиной 220 мм, над проемами в соответствии с расчетами укладывались ж.б. перемычки, на отметке ниже 0,000 стены выполнялись из керамического полнотелого кирпича.

В зависимости от технического состояния эксплуатируемого здания принимается решение о его дальнейшей эксплуатации, либо о его сносе.

Исследуя данные конструктивные решения массовых застроек, возникают следующие вариации реконструкции зданий, в зависимости от технических и технологических способов их реконструкции.

Таблица 2.1 - Варианты технологий реконструкции зданий

Типы конструкции	Способы реконструкции зданий
1	Сохранение количества этажей, планировки и габаритов здания с возможностью обустройства холодного и/или теплого чердака
2	Сохранение количества этажей, планировки и габаритов здания с возможностью перепланировки квартир, обустройства холодного и/или теплого чердака
3	Увеличение количества этажей с сохранением основных габаритов здания, с возможностью перепланировки квартир, обустройством теплого чердака
4	Сохранение количества этажей, с осуществлением пристройки дополнительных объемов, перепланировкой квартир с сохранением основных несущих конструкций, обустройство теплого чердака,
5	Увеличение количества этажей, с осуществлением пристройки дополнительных объемов, перепланировкой квартир, обустройство теплого чердака, с сохранением основных несущих конструкций

Выполнив анализ [1-17] способов реконструкции зданий, можно обобщить существующий опыт в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Обобщение существующих технологических решений при реконструкции жилых зданий

Вид технологии	Технологические решения
1	2
1.Теплотехнические решения	<p>В сериях "ГИ", "1-335", "1-507":</p> <ul style="list-style-type: none"> - однослойное утепление с использованием специализированных штукатурок по легкобетонным блокам, существующим стенам; - многослойное утепление с использованием минераловатных утеплителей. <p>В сериях «ОД», теплотехнические решения принимаются в соответствии с их конструктивными особенностями, утепление может выполняться внутри дома с сопутствующим ремонтом межпанельных швов.</p> <p>Реконструкции чердачных отсеков может быть выбрано техническое решение с холодным или теплым чердаком. В случае с холодным чердаком могут применяться материалы: стальные, черепицы, металлочерепица, асбестные листы. При выполнении теплого чердака применяются: рулонные покрытия по жестким основаниям.</p>

2.Теплотехнические решения и устройство надстроек	Теплотехнические решения применяются те же что в пункте 1. При обновлении фасадных систем, применяются минимальные преобразования.
3.Теплотехнические решения с надстройкой	Основные отличия от пункта 2, заключаются в увеличении этажности, со следующими конструктивными решениями: - с пятого и выше этажа предусмотрены противопожарные лоджии с лестницами, связывающими каждый этаж; -дополнительное устройство вентиляционных шахт.
4.Реконструкция здания	При реконструкции зданий выполняются пункты 1-3, с дополнительными работами по устройству перепланировок квартир, с сохранением их количества, также выполняется замена заполнений проемов.
5. Уширение зданий	Техническое решение предусматривает увеличение жилой площади с помощью устройства пристройки, без выполнения надстройки.
6. Уширение здания с надстройкой	Техническое решение реконструкции схоже пункту 5, исключением является устройство надстройки, с устройством лифта, мусоропровода.

Также необходимо отметить, окончание номинального срока эксплуатации здания, несоответствие здания современным нормам и правилам, аварийное состояние инженерных сетей, высокие тепло потери здания, требуют незамедлительного решения по их исправлению.

Согласно изданному указу Минстроя РФ, необходимо увеличить сопротивление теплопередачи ограждающих конструкций, в процессе реконструкции зданий, а также внедрение инновационных технологических и технических решений.

Выполнив анализ [1-17], был выявлен ряд аспектов при реконструкции зданий, представленных в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Аспекты реконструкции жилищного фонда

Наименование аспекта	Характеристика решений аспектов
Аспект функционально-эксплуатационный	В квартирах малые площади, отсутствие подсобных помещений, наличие проходных комнат, на первых и последних этажах ощущается повышенный дискомфорт, отсутствие лифтов, мусоропроводов.

Градостроительный аспект	Во времена массовой застройки, была характерна малая плотность застройки, обыденные элементы благоустройства. Как правило такие районы расположены территориально в центре города, с наиболее развитыми инфраструктурами.
Экологический аспект	Наибольшее внимание при реконструкции уделяется экологическим аспектам, а именно к используемым материалам, методам выполнения работ. По завершению демонтажных работ, необходимо выполнять утилизацию продуктов, необходимо минимизировать количество неблагоприятных условий при производстве работ (шум, вибрация, мусор).
Демографический и культурный аспекты	Согласно исследованиям и опросам большинство граждан, имеют желание отдыхать во дворах, при условии соблюдения, уровня и запросам населения.
Социальный аспект	В рамках социального аспекта обуславливается создание возможности размещения в реконструируемых зданиях объектов торговли, быстрого питания, культурно-бытового обслуживания, появление возможности строительства объектов социально-бытового назначения.
Конструктивный аспект	Наружные ограждающие конструкции имеют явные признаки морального и физического износа, плиты перекрытия имеют прогибы сверх разрешенных нормативными документами.
Архитектурно-художественный аспект	Реконструкция зданий также должна удовлетворять архитектурно-художественным аспектам, требования которых заключается в обновление интерьера здания, путем пристройки дополнительных площадей.

Проанализировав зарубежный опыт реконструкции, становится очевидным что, крупнопанельные жилые пятиэтажные здания возможно реконструировать, выполняя перепланировку квартир, надстройку, пристройку дополнительных жилых площадей, модернизацию фасадных элементов, в соответствии с требованиями жителей.

Наиболее рациональной технологией реконструкции здания [19] является надстройка здания из сборных ЛСТК конструкций заводского изготовления.

Реконструкция выполняется без выселения жильцов, с увеличением площадей кухонь, устройством балконов, выполняется замена инженерных коммуникаций.

2.2 Разработка алгоритма обследования несущей способности конструктивных элементов здания

Основными параметрами здания при строительстве [26] являются: характеристика фундамента, его тип и глубина заложения, габариты здания, используемые материалы, расстояния между конструктивными элементами, количество этажей, конструкции узлов.

При строительстве зданий из монолитного или сборного железобетона их основными параметрами являются: прочность, морозостойкость, жаростойкость, проницаемость, геометрические размеры, толщина защитного слоя арматуры, характеристика арматурных стержней, вид и степень деформаций конструкций.

Несущая способность каменных конструкций зависит от: вида и количества арматуры, марки кирпича, раствора, технических характеристик кладки.

При использовании в процессе строительства металло-конструкций необходимо контролировать следующие параметры: характеристику сварных швов, прогибы, относительное удлинение, класс прочности, точности болтов, удлинения, вязкость, предел текучести, геометрические размеры.

При выполнении комплекса работ по обследованию несущей способности конструкций так же следует включать следующие параметры:

1. Прочностные характеристики используемых материалов, если:
 - изменились нагрузки и условия эксплуатации;
 - на конструкции воздействовали вибрационные и динамические нагрузки;
 - в результате различных видов воздействия на несущие конструкции были обнаружены повреждения;
 - есть подозрение о нарушении требований нормативных документов на момент строительства.

2. Характеристики арматуры, если:

- имеется коррозия арматуры;
- фактические размеры трещин превышают нормируемые;
- отсутствуют данные об армировании;
- имеются последствия пожара;
- вычисляется резерв несущей способности;
- имеются отклонения от проекта.

3. Прочность стали, химический состав, качество заклепок, сварных швов, болтов, если:

- имеется расслоение металла в результате коррозии;
- имеются повреждения;
- отсутствует ИД;
- имеются деформации;
- вычисляется резерв несущей способности.

4. Прочность деревянных конструкций, фанеры, если:

- отсутствуют нормативные документы;
- обнаружен грибок, повреждения, гниль;
- на конструкции воздействовали высокие температуры;
- вычисляется резерв несущей способности.

Несущая способность деревянных конструкций зависит от: прогибов, ширины годичных слоев, размеров врубок, характеристик соединительных элементов, влажности древесины, геометрических размеров.

Количество параметров, влияющих на несущую способность конструкций могут быть расширены или увеличены, в зависимости от задачи обследования, состава исполнительной документации, вида и состояния материалов.

Особенности обследования бетонных и железобетонных конструкций. При необходимости определения прочности бетона необходимо провести визуальное обследование на признак наличия дефектов.

Результатом визуального обследования должна быть примерная прочность бетона. Для определения прочности бетона с помощью визуального обследования используют метод простукивания, для этого используют

небольшой молоток 400-800 грамм, или зубило установленное перпендикулярно поверхности. Данный процесс необходимо повторить 10 раз, по результатам полученных значений принимают наименьшее. Наиболее звонкий звук характеризует прочный и плотный бетон.

При обнаружении на поверхности конструкции влажных участков, высолов, определяют их размер и причину появления.

По результатам обследования заполняют таблицу дефектов, с приложенными схемами, планами и разрезами здания с указанными на них участками.

Детальное обследование бетонных и железобетонных конструкций. Одной из распространённых причин разрушения монолитных и сборных железобетонных конструкций является коррозия бетона. При определении степени разрушения конструкции, используют рентгеноструктурный, дифференциально-термический методы. Для выявления трещин, пор и иных дефектов используют лупу с небольшим увеличением. При необходимости выявления контакта между арматурой и бетоном и степень их сцепления используют микроскопический метод.

Определение прочности арматуры. При определении прочности арматуры, выполняют вырезку образцов из конструкции с последующим испытанием. Согласно ГОСТ 380-88, при отсутствии исполнительной документации на конструкции, класс арматуры определяют путем испытаний с определением предела текучести, сопротивления и удлинения при разрыве, или примерно исходя из времени строительства объекта, вида и профиля арматуры. Определить расположение арматуры и толщину защитного слоя можно с помощью вскрытия, либо радиографических и магнитных способов. При отборе образцов, наличии сварки, желательно, чтобы в отобранных образцах были участки сварки. После отбора образцов, вскрытые места заделываются раствором в соответствии проектной марке.

Отбор образцов для испытаний рекомендуется извлекать в не поврежденных в процессе деформации местах. Образцы необходимо отбирать в

трех одинаковых частях конструкций, с указанием на схемах и образцах марку, и место изъятия.

Определение прочности бетона может выполняться несколькими способами:

1. Ультразвуковой метод (неразрушающий контроль).
2. Испытание образцов вырезанных из конструкций с последующим испытанием (разрушающий метод).
3. Механический метод – простукивание молотком (неразрушающий контроль).

В соответствии с нормативными документами допускаются иные способы проверки прочности бетона.

Детальное обследование каменных и армокаменных конструкций. Прочностные характеристики каменных и армокаменных конструкций определяются с помощью предварительно отобранных из кладки образцов, в виде цилиндров \varnothing 50 мм, с последующим испытанием на сжатие.

Для проведения испытаний производится отбор 10 образцов, 5 образцов испытываются на сжатие, оставшиеся 5 на изгиб. В случае проверки армокаменных конструкций, предварительно выполняют проверку приборами ИЗС. Проверка прочности раствора кладки, выполняется с помощью образцов-кубов (2-4 см), отобранных из швов кладки. Испытание проводят по 5 образцам, усредненный результат умножается на коэффициент 0,7.

Несущая способность каменных конструкций, а также степень их повреждения, определяется по результатам испытаний образцов на сжатие, изгиб, определяя марку раствора, кирпича.

В случае армокаменных конструкций определяется предел текучести арматуры. Помимо этого, учитывается степень разрушения несущих элементов, количество и ширина раскрытия трещин, разрывов стыков конструкций, смещение колонн, балок, ферм, перемычек, ригелей, плит перекрытий.

Детальное обследование стальных конструкций. Для определения несущей способности стальных конструкций, обследование может выполняться:

1. Визуальное – определяется наличие деформаций, смещений, степень коррозии и ее цвет, качество сварных стыков, заклепок и болтов.

2. Инструментальное – выполняется по результатам визуального обследования, с измерением величины повреждения, прогибов, расслоения, трещин, смещения конструкции.

3. Лабораторное – сдача образцов коррозии в лабораторию, для определения причины ее появления, вида, качественных характеристик, а также ее физико-химического состава, образцы стали с целью определения физико-механических характеристик.

При наличии в конструкции коррозии, определяется ее количественная и качественная составляющая, степень потери сечения в трех и более местах по длине конструкции, выражая в процентном соотношении от начального сечения.

Определение качества стали конструкций. При определении качества стальных конструкций производится отбор образцов, с последующим механическим испытанием.

Отбор образцов и их испытание выполняется в случае:

- наличия деформаций конструкций;
- если, указанная проектом марка не соответствует нормативным документам;
- отсутствия исполнительной документации.

Результатом лабораторных испытания является: определение ударной вязкости, предела текучести, степени временного сопротивления, удлинения. Исходя из лабораторных испытаний определяется марка стали.

Методика обследования деревянных частей зданий и сооружений. Для определения качества деревянных конструкций и степень их износа, производят детальную проверку всех элементов конструкций, уделяя особое

внимание, на места, подвергающиеся намоканию, промерзанию, воздействию прямых солнечных лучей. Визуально определяется количество трещин, расслоений, прогибов и кренов, с последующим их измерением.

2.3 Разработка технических решений по усилению несущих конструкций

Цель усиления несущих конструкций заключается в приведении существующих несущих конструкций к состоянию, при котором они выдержат нагрузку при надстройке, с запасом по несущей способности. Усиление несущих конструкций в ряде случаев предусматривается проектом, и выполняется сплошное либо частичное. При выполнении усиления конструкций необходимо учитывать, что работы выполняются без отселения жильцов, применяя наиболее действенные и простые технологии по усилению.

Усиление оснований надстраиваемых зданий. При надстройке зданий необходимо учитывать состояние основания [8, 12, 16, 20], так в результате надстройки давление на грунт увеличится, для этого измеряется существующее давление на основание, а также предполагаемое после надстройки. После надстройки давление может увеличиться на 40% от расчетных. Выполняя расчет по несущей способности оснований учитывается: если после надстройки давление не превысит расчетное значение, то необходимость в усилении оснований отсутствует, в противном случае необходимо уменьшать массу конструкций и выполнять комплекс мероприятий по усилению оснований.

Наиболее популярными способами по усилению оснований являются:

1. Силикатизация – по периметру здания в основание нагнетается химический раствор (силикат натрия), а следом хлористый кальций, результатом их взаимодействия является быстрое схватывание основания.

Данный вид усиления выполняется в мелкозернистых грунтах, лессовидных суглинках. При производстве работ перед силикатизацией вдоль

здания, откапывается грунт, забиваются трубки-инъекторы, через которые нагнетается раствор, в случае наличия подвала, данные работы выполняются по обе стороны фундамента. Инъектор представляет собой перфорированную трубу \varnothing 20-39 мм, с острым наконечником.

Данный способ широко распространен в отечественной практике при строительстве метро вблизи зданий, показанный на рисунке 2.1.

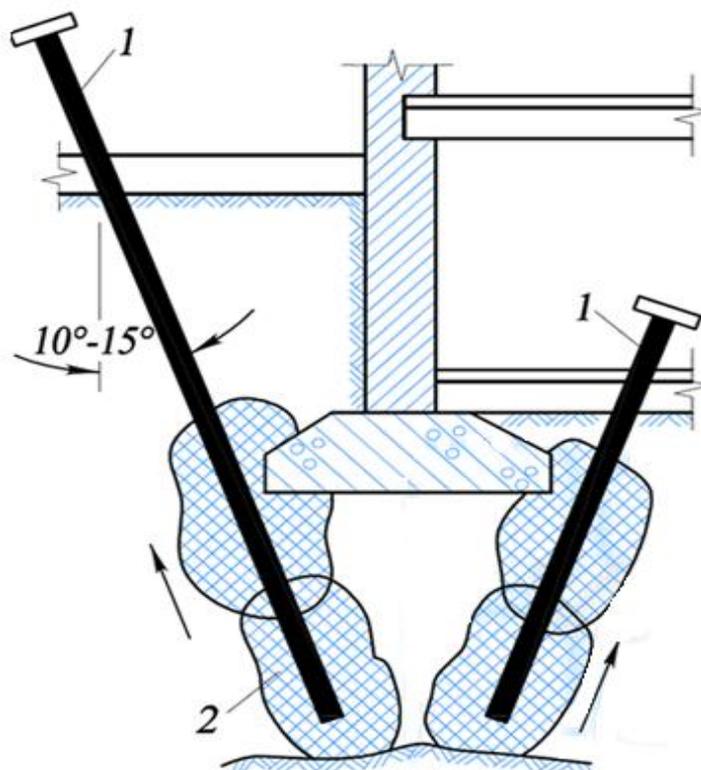


Рисунок 2.1 - Силикатизация грунтов оснований:

1- инъекторы, 2-область усиления

2. Электросиликатизация – основным отличием от силикатизации является подача электричества в процессе нагнетания раствора, увеличивая радиус закрепления. Данный метод применяется как правило в суглинках и глинах.

3. Цементизация – методика схожа с силикатизацией, за исключением применяемого инвентаря и материалов, инъекторы выполнены из труб \varnothing 30-80 мм. Скважины предварительно промывают, следом подавая цемент с водой марки 400.

4. Вдавливание свай – заключается в отрыве шурфов через каждые 2 метра, подкапывая под фундамент, с последующим установкой свай и вдавливанием их домкратами. Длина свай составляет до 1,5 м, после их вдавливания, поверх свай ведется кирпичная кладка до уровня фундамента. Основным недостатком является, высокая трудоемкость, степень квалификации рабочих, большое количество вспомогательных процессов. Данный метод показан на рисунке 2.2.

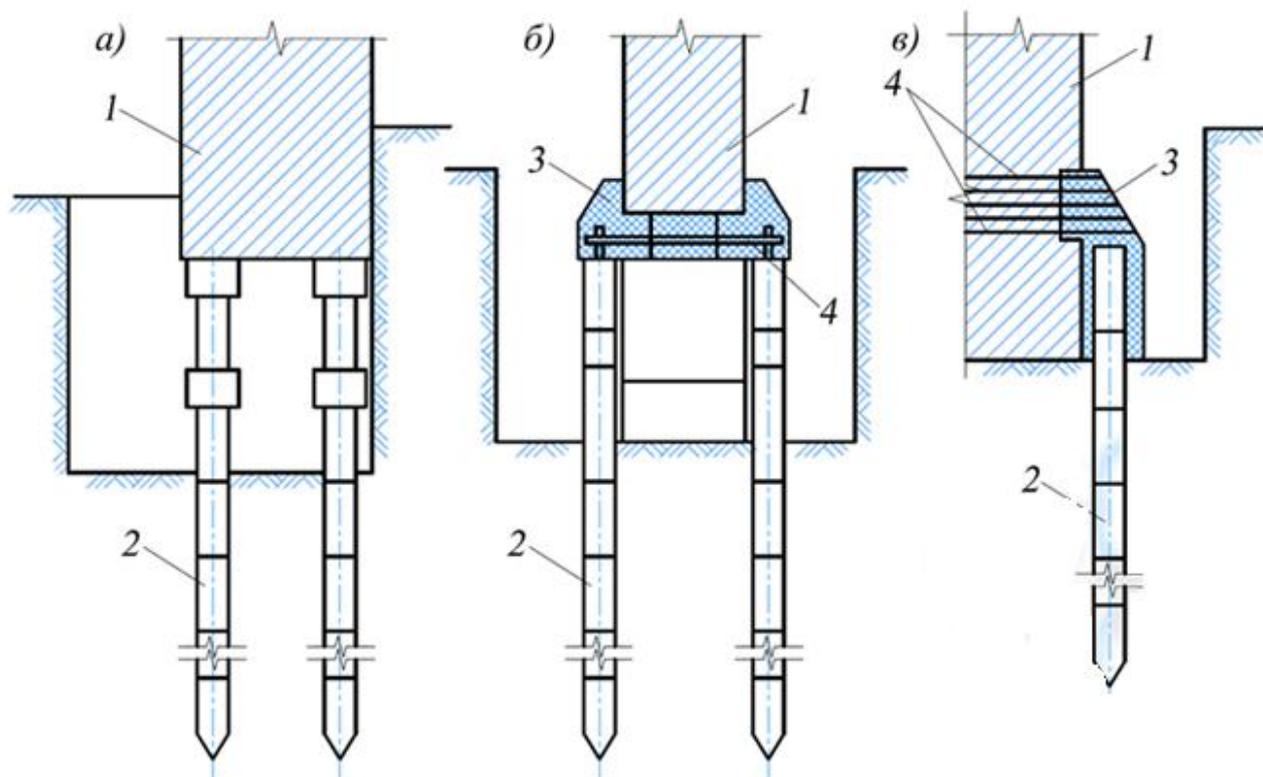


Рисунок 2.2 - Усиление оснований с помощью вдавливания свай:

а) размещения свай под фундаментом; б) размещение свай по обе стороны от фундамента; в) консольное размещение свай; 1-существующий фундамент; 2- сваи; 3-ж.б. балки; 4-тяги

Усиление фундаментов надстраиваемых зданий. Фундаменты [16, 20] являются основным элементом здания т.к. воспринимают нагрузку от вышележащих конструкций и передают ее на основание, усиление фундаментов, может быть обусловлено:

- низкой глубиной заложения фундамента;
- малой прочностью кладки;

-малой шириной подошвы.

Усиление фундаментов при малой прочности кладки, в результате многих лет эксплуатации, восстанавливается торкретированием, данный способ применяется если камень не потерял свои прочностные характеристики, а разрушения имеются только на поверхности кладки. При данном методе усиления, вдоль здания отрывается траншея, поверхность фундамента тщательно вымывается и очищается от разрушенного раствора, затем свежим раствором восстанавливаются заполняются очищенные швы, и разрушенная кладка, с помощью иньектора и цемент-пушки. В случае усиления фундамента из мелко блочных материалов иньектор забивается в кладку без устройства шурфа, при крупно блочных материалах отрываются шурфы, в кладке пробиваются отверстия и вставляются изогнутые трубки после чего подается раствор, иньекторы, трубки должны располагаться в шахматном порядке через каждые 100 см. рисунок 2.3.

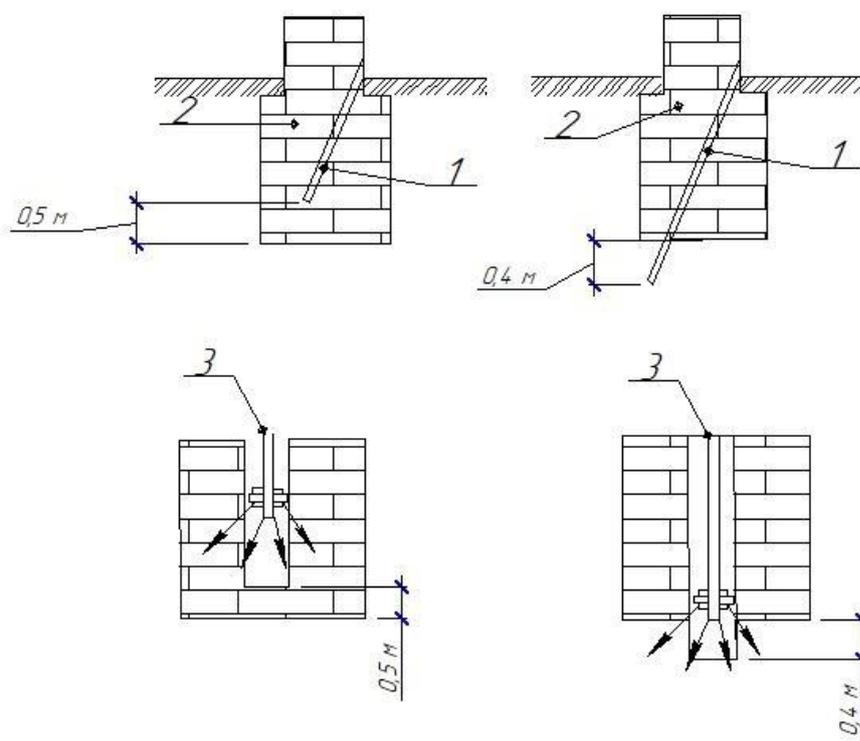


Рисунок 2.3 - Усиление фундаментов цементацией:

1 — скважина с иньектором; 2 — фундамент; 3 – пневмударная буровая колонка бурения

В случае потери раствором прочности, при сохранившейся прочности камня, выполняется перекладка существующих фундаментов, при условии, что отсутствует возможность выполнить цементизацию, также данная работа выполняется в случае частичного разрушения фундаментов (неравномерная осадка, выбоины и т.п.)

Перед выполнением сплошной перекладки фундамента, на участке, предназначенном для данных работ, отрывается шурф, шириной 1,5 метра и выше подошвы на 0,5 метра. Участки разбиваются на отдельные элементы по 2 метра, через каждые 2 участка. В случае если здание в плане имеет большие размеры, перекладку разрешается выполнять в нескольких участках одновременно, при условии, что одновременное ослабление будет менее 20%.

Уширение фундамента выполняется по обе стороны старого фундамента из железобетона или кладки. Анкеровка фундамента устраивается упорными полками или балками. Для зданий с подвалом, с мелким заложением фундамента, усиление устраивается из стальных или железобетонных балок (рисунок 2.4).

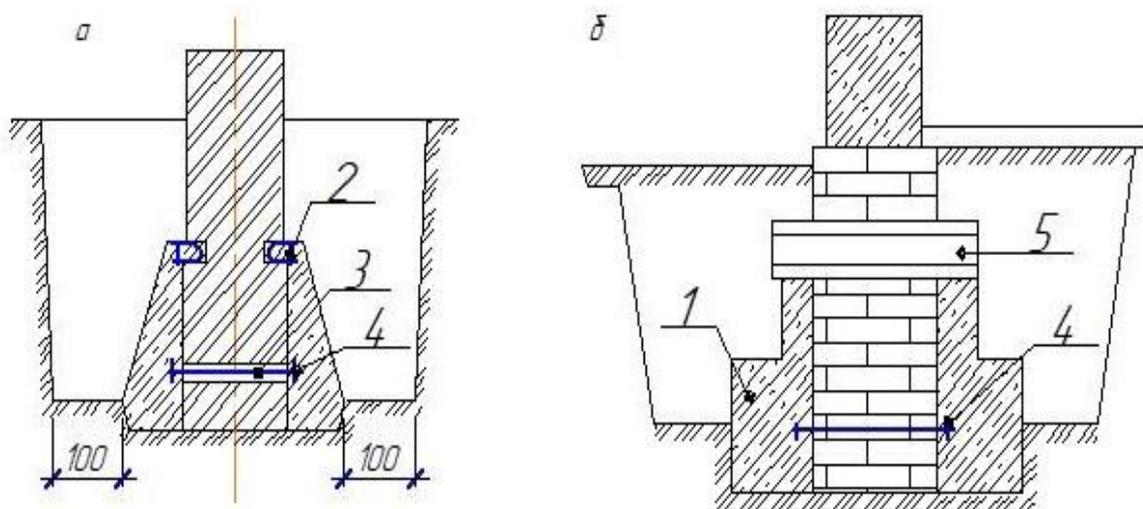


Рисунок 2.4 - Уширение фундаментов:

- а — уширение фундамента из кладки, б — уширение из железобетона,
- 1 — существующая кладка; 2 — уширение фундамента; 3 — опорная полка; 4 — анкер; 5 — заделка отверстия жидким раствором

Усиление стен надстраиваемых зданий. Комплекс мероприятий по усилению стен надстраиваемых обусловлен множеством факторов, один из них — это увеличение нагрузки.

В случае, если в стенах малое количество трещин, или множество проемов выполняется усиление железобетонной рубашкой. Данный способ используется для внутренних стен подвала или первых этажей (рисунок 2.5).

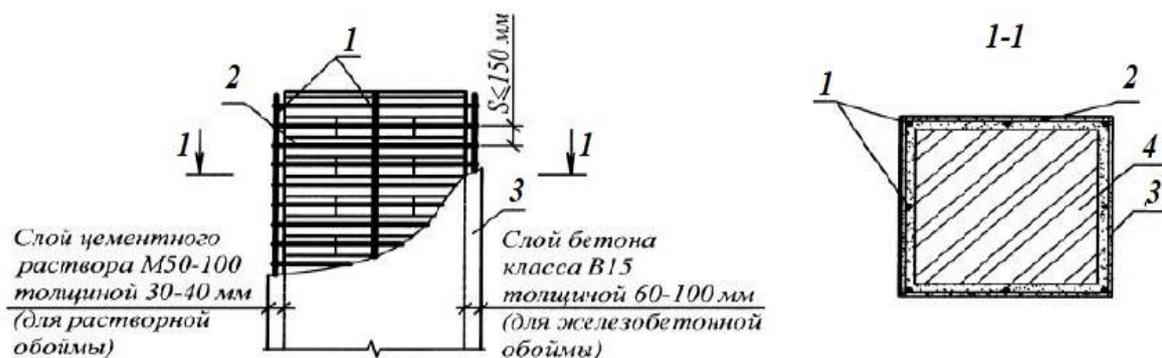


Рисунок 2.5 - Усиление капитальных стен с помощью железобетонной рубашки: 1 — вертикальная арматура; 2- сварные хомуты; 3 — железобетонная обойма; 4 — усиливаемая конструкция

В случае, если капитальные стены хорошо сохранили свою несущую способность, то выполняется установка металлических или железобетонных колонн, которые воспринимают нагрузку от надстройки и заделываются внутрь стен. При толщине стен имеющих меньшую толщину чем колонны, их установка выполняется приставными колоннами.

Усиление простенков надстраиваемых зданий. В процессе обследования несущей способности здания перед выполнением работ по надстройке зданий, становится очевидным что, наиболее часто простенки первых этажей находятся в критическом состоянии. При выборе способа усиления простенков необходимо учитывать расположение простенка, в наружной или внутренней стене, его геометрические размеры, соотношение между шириной и толщиной ($b:d$). Простенки подразделяют на узкие при соотношении 1:5 и широкие при соотношении больше 1:5.

В зависимости от вида простенка, зависит способ его усиления:

1. Узкие простенки внутренних стен усиливают ж.б. обоймой или металлическим каркасом.

Металлический каркас состоит из уголков и планок, сечение которых принимается по результатам расчета, для уголка – $0,12 \times 0,12 \times 0,01d$, для планок – $0,12 \times 0,02d$, где d -толщина стены. При выполнении работ по восстановлению несущей способности, углы простенков очищают от старой штукатурки, нанося новую и втапливая в нее уголки с последующей приваркой планок, данный способ позволяет увеличить несущую способность в 2 раза.

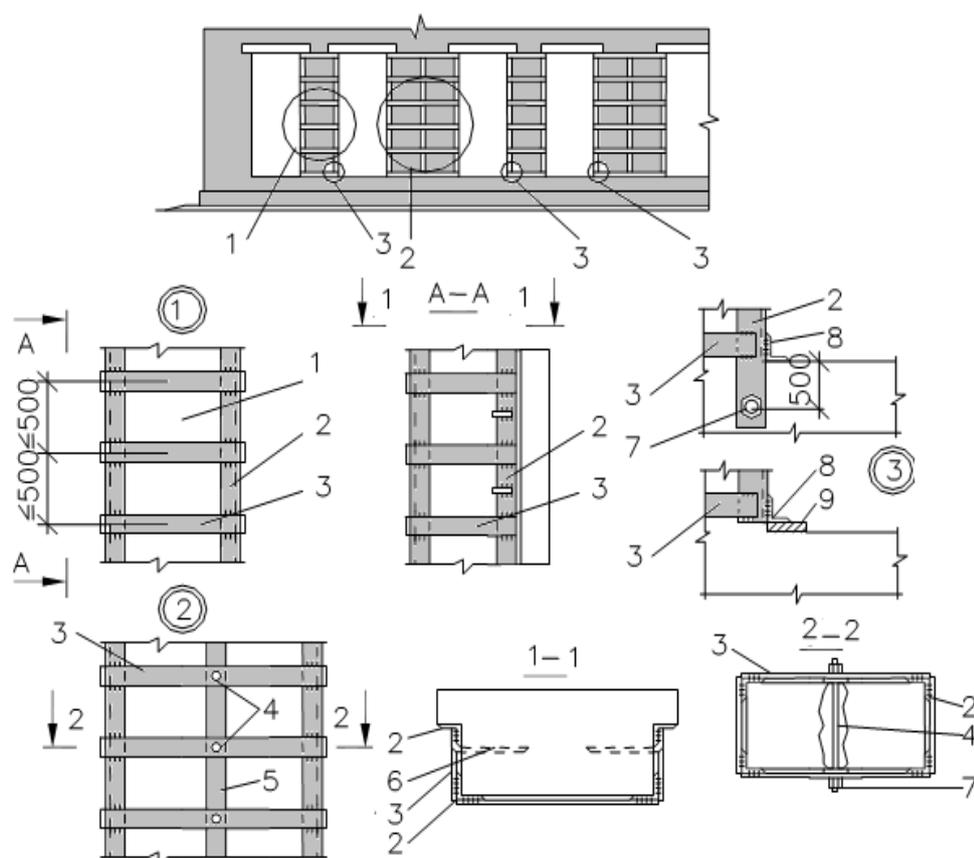


Рисунок 2.6 - Усиление простенков внутренних стен металлическим каркасом:

1 – конструкция, подлежащая усилению; 2 - уголок; 3 – планка; 4 – связь; 5 – металлическая полоса; 6 – анкера; 7 – болт; 8 – опорный угол; 9 – стальная пластина

При использовании железобетонных обоек для усиления простенков учитывают их состояние, в случае с хорошо сохранившейся кладкой

выполняют вырубку, не увеличивая после усиления сечение простенков, и наоборот, в случае с плохо сохранившейся кладкой вырубка не выполняется, увеличивая сечение простенков.

1. Широкие простенки внутренних стен усиливаются тем же способом, что и узкие за исключением того, что, выполняется установка стяжных болтов, напротив каждой планки. При уширение широких простенков, в первую очередь выполняется установка стяжных болтов, после устанавливаются уголки и стальные полосы, заканчивая навинчиванием гаек болтов.

Устройство жесткого пояса. Последним этапом по усилению зданий с последующей надстройкой, является жесткий пояс, выполненный по всей длине капитальных стен. Жесткий пояс позволяет конструкциям работать совместно, предотвращая развитие деформаций и их развитие в надстройке или существующем здании, выполняя роль фундамента для надстройки и обеспечивая совместную работу конструкций, и перераспределяет нагрузку от наиболее напряженных к менее напряженным.

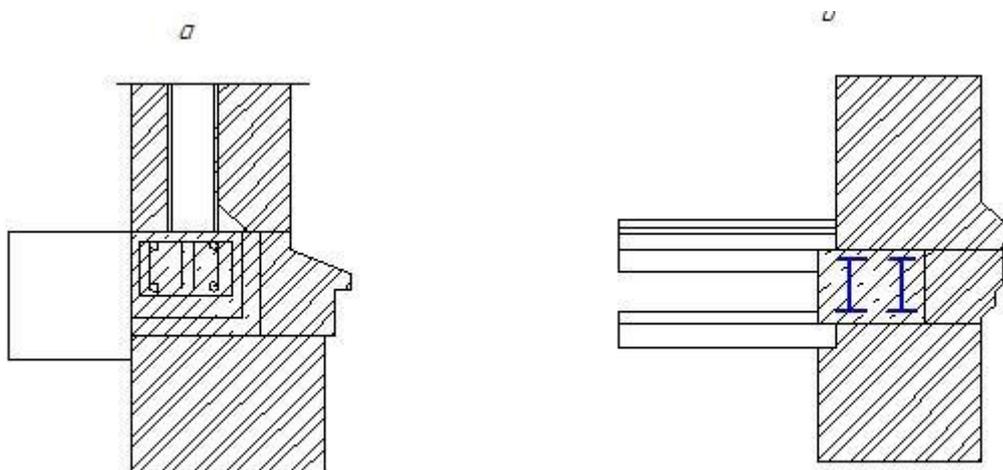


Рисунок 2.7 - Пояса жесткости: а — железобетонный; б — стальной

Жесткие пояса подразделяются на 2 группы: малой жесткости выполненные из железобетонных, металлических или кирпичных конструкций и большой жесткости – железокирпичные, которые отличаются между собой по высоте в первом случае 1-1,5 м, во втором 0,45-0,6 м. При обосновании

устройства жесткого пояса, делают акцент на параметры надстройки и нагрузки от него, количества этажей, используемого материала, размера осадки после надстройки (рис. 2.7).

В случае надстройки менее 6 этажей, либо если половина существующих этажей не превышает количество надстраиваемых, с условием если существующее основание хорошо сохранилось, рекомендуется применение поясов малой жесткости.

В случае, когда планируется большое количество надстраиваемых этажей, или конструкции имеют меньшую несущую способность, рекомендуется использование жестких поясов.

2.4 Расчет конструктивных элементов здания

Расчет простенка при фактических нагрузках

Перед расчетом необходимо произвести сбор нагрузок [34] на простенок первого этажа, представленные в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Сбор нагрузок

№ п.п	Наименование нагрузки	Ед. изм.	Нормативное значение	Коэффициент надежности	Расчетное значение
Постоянные нагрузки					
1	Кровельное покрытие	т/м ²	0,250	1,1	0,275
2	Межэтажное перекрытие: -плита перекрытия -теплоизоляция -керамзитобетонная стяжка -линолеум на мастике -перегородки	т/м ²	0,55 0,001 0,06 0,09 0,45	1,1 1,2 1,3 1,2 1,3	0,605 0,0012 0,078 0,0108 0,585
3	Масса кладки до уровня простенка (2,5×4+0,9+0,6) ×1,8х0,38	т/м ²	7,87	1,1	8,66

Временные нагрузки					
4	Технологическая нагрузка на плиты покрытия	т/м ²	0,07	1,3	0,091
5	Эксплуатационная	т/м ²	0,15	1,3	0,195
6	Снеговая нагрузка	т/м ²	0,143	1,4	0,2

Расчёт нагрузок на простенок. На простенок воздействует также центрально направленная нагрузка: масса блоков, перекрытие, покрытие, снеговая и эксплуатационная нагрузка.

Усилие от перекрытия первого этажа, а также эксплуатационная нагрузка равна: $380/2-190/3 \times 2 = 0,19$ м.

Площадь простенка равна: $2,5 \times 1/2 = 2,5 \times 3 = 7,5$ м²

Центрально приложенная нагрузка равна:

$$N_1 = 0,275 + 0,695 + 0,585 \times 4 + 8,66 + 7,5 = 19,47 \text{ т};$$

$$N_2 = 0,585 \times 7,5 = 4,39;$$

$$M_2 = N_2 \times e = 4,39 \times 0,19 = 0,83.$$

Суммарная нагрузка на простенок: $N = N_1 + N_2 = 19,47 + 4,39 = 23,86$ т; $M = M_2 = 0,28$.

Эксцентриситет равен: $e_0 = M/N = 0,83/23,86 = 0,034$ м.

Определение несущей способности простенка. Расчет осуществляется по формуле:

$$N \leq m_g \varphi_1 R A_c \omega, \quad (2.2)$$

где: A_c – площадь сжатой части сечения;

R – сопротивление кладки сжатию;

w – коэффициент;

φ – коэффициент продольного изгиба;

m_g – коэффициент длительной нагрузки;

A – площадь сечения;

e_0 – эксцентриситет;

h – высота сечения;

φ_c – коэффициент продольного изгиба для сжатой зоны.

Сопротивление кладки блоков на растворе М100, равно 18 Мпа.

$$A = b \cdot h = 1.16 - 0.12 \cdot 2 \cdot 0.38 = 0,69 \text{ м}^2$$

$$A_c = A \left(1 - \frac{2e_0}{h}\right) = 0,69 \left(1 - \frac{2 \cdot 0.023}{0.38}\right) = 0.61 \text{ м}^2$$

$$h_c = h - 2e_0 = 0.38 - 2 \cdot 0.023 = 0.334 \text{ м}$$

$$\lambda_{hc} = \frac{H}{h_c} = \frac{2.100}{0.334} = 5.53 \longrightarrow \varphi_c = 6.29$$

$$\lambda_h = \frac{H}{h} = \frac{2.100}{0.380} = 5.53 \longrightarrow \varphi_c = 1.00$$

$$\varphi_1 = \frac{\varphi + \varphi_c}{2} = \frac{1 + 1}{2} = 1$$

$$N \leq m_g \varphi_1 R A \omega = 1 \cdot 1 \cdot 1.8 \cdot 0.61 \cdot 1 = 1.01$$

$$N = 23,86 \text{ т} < 101 \text{ т}$$

Условие выполняется, следственно простенок соответствует требованиям. Расчет простенка от проектных нагрузок, выполняется на основании собранных нагрузок, представленных в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Сбор проектных нагрузок

№ п.п	Наименование нагрузки	Ед. изм.	Нормативное значение	Коэффициент надежности	Расчетное значение
1	Кровельное покрытие	т/м ²	1,237	1,2	1,515
2	Межэтажное перекрытие:	т/м ²			
	-плита перекрытия		0,55	1,1	0,605
	-теплоизоляция		0,001	1,2	0,0012
	-керамзитобетонная стяжка		0,06	1,3	0,078
	-линолеум на мастике		0,09	1,2	0,0108
	-перегородки		0,45	1,3	0,585

3	Масса кладки до уровня простенка (2,5×4+0,9+0,6) ×1,8×0,38	т/м ²	7,87	1,1	8,66
4	Масса конструкции стены надстройки	т/м ²	0,197	1,2	0,236
Временные нагрузки					
5	Технологическая нагрузка на плиты	т/м ²	0,07	1,3	0,091
6	Эксплуатационная	т/м ²	0,15	1,3	0,195
	Снеговая нагрузка	т/м ²	0,143	1,4	0,2

Расчет нагрузок. На простенок воздействует также центрально направленная нагрузка: масса блоков, перекрытие, покрытие, снеговая и эксплуатационная нагрузка.

Усилие от перекрытия первого этажа, а также эксплуатационная нагрузка равна: $380/2-190/3 \times 2 = 0,19$ м.

Площадь простенка равна: $2,5 \times 1/2 = 2,5 \times 3 = 7,5$ м²

Центрально приложенная нагрузка равна:

$$N_1 = 1,515 + 0,695 + 0,585 \times 4 + 8,66 + 7,5 + 0,236 = 20,95 \text{ т};$$

$$N_2 = 0,585 \times 7,5 = 4,39;$$

$$M_2 = N_2 \times e = 4,39 \times 0,19 = 0,83.$$

Суммарная нагрузка на простенок: $N = N_1 + N_2 = 20,95 + 4,39 = 25,34$ т; $M = M_2 = 0,28$.

Эксцентриситет равен: $e_0 = M/N = 0,28/25,34 = 0,011$ м.

Определение несущей способности простенка.

Расчет осуществляется по формуле:

$$N \leq m_g \varphi_1 R A_c \omega, \quad (2.2)$$

где: A_c – площадь сжатой части сечения;

R – сопротивление кладки сжатию;

ω – коэффициент;

φ – коэффициент продольного изгиба;

m_g – коэффициент длительной нагрузки;

A – площадь сечения;

e_0 – эксцентриситет;

h – высота сечения;

φ_c – коэффициент продольного изгиба для сжатой зоны.

Сопротивление кладки блоков на растворе М100, равно 18 Мпа.

$$A = b \cdot h = 1.16 - 0.12 \cdot 2 \cdot 0.38 = 0,69 \text{ м}^2$$

$$A_c = A \left(1 - \frac{2e_0}{h}\right) = 0,69 \left(1 - \frac{2 \cdot 0.023}{0.38}\right) = 0.61 \text{ м}^2$$

$$h_c = h - 2e_0 = 0.38 - 2 \cdot 0.023 = 0.334 \text{ м}$$

$$\lambda_{hc} = \frac{H}{h_c} = \frac{2.100}{0.334} = 5.53 \longrightarrow \varphi_c = 6.29$$

$$\lambda_h = \frac{H}{h} = \frac{2.100}{0.380} = 5.53 \longrightarrow \varphi_c = 1.00$$

$$\varphi_1 = \frac{\varphi + \varphi_c}{2} = \frac{1 + 1}{2} = 1$$

$$N \leq m_g \varphi_1 R A \omega = 1 \cdot 1 \cdot 1.8 \cdot 0.61 \cdot 1 = 1.01$$

$$N = 25,34 \text{ т} < 101 \text{ т}$$

Условие выполняется, следовательно простенок соответствует требованиям.

Расчет стены при фактических нагрузках. Перед расчетом необходимо произвести сбор нагрузок на стену первого этажа, представленные в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Сбор нагрузок

№ п.п	Наименование нагрузки	Ед. изм.	Нормативное значение	Коэффициент надежности	Расчетное значение
Постоянные нагрузки					
1	Кровельное покрытие	т/м ²	0,250	1,1	0,275
2	Межэтажное перекрытие:	т/м ²	0,55	1,1	0,605
	-плита перекрытия		0,001	1,2	0,0012
	-теплоизоляция		0,06	1,3	0,078
	-керамзитобетонная стяжка		0,09	1,2	0,0108
	-линолеум на мастике		0,45	1,3	0,585
	-перегородки				

3	Масса кладки до уровня простенка (2,5×4+0,9+0,6) ×1,8×0,38	т/м ²	7,87	1,1	8,66
Временные нагрузки					
4	Технологическая нагрузка на плиты покрытия	т/м ²	0,07	1,3	0,091
5	Эксплуатационная нагрузка	т/м ²	0,15	1,3	0,195
	Снеговая нагрузка	т/м ²	0,143	1,4	0,2

Расчёт нагрузок. Площадь стены равна: $6/2 \times 2 = 6 \text{ м}^2$

Центрально приложенная нагрузка равна:

$$N = 0.275 + 0.695 + 0,585 \times 4 + 8.66 + 7.5 = 19,47 \text{ т};$$

Определение несущей способности. Расчет осуществляется по формуле:

$$N \leq m_g \varphi_1 R A_c \omega, \quad (2.2)$$

где: A_c – площадь сжатой части сечения;

R – сопротивление кладки сжатию;

ω – коэффициент;

φ – коэффициент продольного изгиба;

m_g – коэффициент длительной нагрузки;

A – площадь сечения;

e_0 – эксцентриситет;

h – высота сечения;

φ_c – коэффициент продольного изгиба для сжатой зоны.

Сопротивление кладки блоков на растворе М100, равно 18 Мпа.

$$A = b \cdot h = 1 \cdot 0.38 = 0,38 \text{ м}^2$$

$$\lambda_h = \frac{H}{h} = \frac{3,000}{0.380} = 7,89 \longrightarrow \varphi_c = 0,90$$

$$N \leq m_g \varphi_1 R A \omega = 1 \cdot 0,9 \cdot 1.8 \cdot 0.38 \cdot 1 = 0,62$$

$$N = 23,86 \text{ т} < 62 \text{ т}$$

Условие выполняется, следовательно стена соответствует требованиям.

Расчет стены от проектных нагрузок (табл. 2.7)

Таблица 2.7 – Сбор проектных нагрузок

№ п.п	Наименование нагрузки	Ед. изм.	Нормативное значение	Коэффициент надежности	Расчетное значение
Постоянные нагрузки					
1	Кровельное покрытие	т/м ²	1,237	1,2	1,515
2	Межэтажное перекрытие: -плита перекрытия -теплоизоляция -керамзитобетонная стяжка -линолеум на мастике -перегородки	т/м ²	0,55 0,001 0,06 0,09 0,45	1,1 1,2 1,3 1,2 1,3	0,605 0,0012 0,078 0,0108 0,585
3	Масса кладки до уровня простенка (2,5×4+0,9+0,6) ×1,8х0,38	т/м ²	7,87	1,1	8,66
4	Масса конструкции стены надстройки	т/м ²	0,197	1,2	0,236
Временные нагрузки					
5	Технологическая нагрузка на покрытие	т/м ²	0,07	1,3	0,091
6	Эксплуатационная нагрузка	т/м ²	0,15	1,3	0,195
	Снеговая нагрузка	т/м ²	0,143	1,4	0,2

Расчёт нагрузок. Площадь стены равна: $6/2 \times 2 = 6 \text{ м}^2$

Центрально приложенная нагрузка равна:

$$N = 1,515 + 0,695 + 0,585 \times 4 + 8,66 + 7,5 + 0,236 = 20,95 \text{ т};$$

Определение несущей способности. Расчет осуществляется по формуле:

$$N \leq m_g \varphi_1 R A_c \omega, \quad (2.2)$$

где: A_c – площадь сжатой части сечения;

R – сопротивление кладки сжатию;

ω – коэффициент;

φ – коэффициент продольного изгиба;

m_g – коэффициент длительной нагрузки;

A – площадь сечения;

e_0 – эксцентриситет;

h – высота сечения;

φ_c – коэффициент продольного изгиба для сжатой зоны.

Сопротивление кладки блоков на растворе М100, равно 18 Мпа.

$$A = b \cdot h = 1 \cdot 0.38 = 0,38 \text{ м}^2$$

$$\lambda_n = \frac{H}{h} = \frac{3,000}{0.380} = 7,89 \longrightarrow \varphi_c = 0,90$$

$$N \leq m_g \varphi_1 R A \omega = 1 \cdot 0,9 \cdot 1.8 \cdot 0.38 \cdot 1 = 0,62$$

$$N = 23,86 \text{ т} < 62 \text{ т}$$

Условие выполняется, следовательно стена соответствует требованиям.

Расчет фундамента. В случае отсутствия деформаций и дефектов фундамента здания, согласно [23], допускается повышение сопротивления основания на 18-25%, при условии длительной эксплуатации. Согласно вышеизложенным расчетам соотношение фактических и проектных нагрузок составляет 6 %, что не превышает допустимые нормированные значения и позволяет производство работ без усиления фундаментов и оснований.

3 Предложения по совершенствованию технологии надстройки зданий в условиях стесненной городской застройки

3.1 Методика вариантного проектирования надстройки зданий

Целью вариантного проектирования является принятия рационального решения о проекте надстройки здания [5, 9], при равных условиях, сравнивая достоинства и недостатки, представленного в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Вариантное проектирование СТП

Исходные данные	Наименование этапа	Результаты работы по этапу
Этап 1		
Проектные решения	Сбор, анализ и группировка исходных данных	Параметры конструкции (К)
Возможности организации		Параметры процесса (Р)
Особенности строительной площадки		Параметры технических средств (М)
Особенность надстройки		Условия производства работ (R)
		Параметры времени (Е)
Этап 2		
	Горизонтальное разделение процесса	Тип М1
		Тип М2
		Тип Мn
Этап 3		
	Анализ и обработка технологии	(К)
		(Р)
		(М)
		(R)
		(Q)
		(T)
Этап 4		
Изготовление элементов надстройки	Анализ конструкции модуля.	Параметры
		Пространственная модель
Транспортировка элементов надстройки		Графовая модель параметров частей
		Объемы работ
Этап 5		
Состав процессов	Вертикальное разделение	Комплексный процесс
		Простой процесс
		Блок процессов
		Фаза процессов

Этап 6		
Перечень технической оснащённости объекта	Выбор ведущей технологии	Ведущие операции и процессы
матрицы применимости машин по: техническим, технологическим характеристикам, области использования		Ведущие технологии

Каждый из этапов имеет ряд функциональных особенностей:

Этап № 1, предусматривает сбор информации, обработку и группировку:

- сроки строительства, его стоимость и приоритет в конкурсной основе;
- конструктивная схема подземной части;
- условия выполнения строительно-монтажных процессов;
- технические характеристики средств механизации;
- обоснование, документальное подтверждение, качества материалов,

применяемых при строительстве.

Этап № 2, рассматривает разделение СТП.

В процессе выполнения строительно-монтажных работ по возведению элементов надстройки, рассматривается возможность расчленения технологических процессов, на отдельные виды работ.

Этап № 3, конструирование элементов надстройки.

Рассматривая надстройку обособленно разделяя ее на типы, необходимо провести их детальное изучение, определяя степень механизации, вид и порядок технологических процессов, вид используемых материалов, взаимосвязь процессов, временные параметры.

Этап № 4, анализ конструкций.

На данном этапе выполняется детальное изучение конструкций, определяют их геометрические параметры, состав, технические характеристики, стыковки. Так же на данном этапе выполняется разделение конструкций на элементы, представляя их в графовой модели.

Этап № 5, вертикальное разделение строительно-технологических

процессов.

Анализируя предыдущие этапы, выполняется разделение КМПТ, опираясь на состав строительных работ, разбивая их на комплексы операций и процессов.

Этап № 6, определение ведущей технологии.

С целью создания, более совершенной технологии выполняется применение на практике ведущих технологий, не акцентируя внимание на их технических характеристиках, типах, механизмах.

Этап № 7, составление организационно-технологической структуры.

Конструируется взаимосвязь процессов и операций, при блочном методе, разбивке строительства на отдельные блоки, без определения степени продолжительности, даты начала и окончания, перерывов, создавая завершённый технологический поток.

Этап № 8-10. В процессе работ на данных этапах выполняется определение эффективности вариантов.

Согласно вышеизложенному, данная система является логической моделью, на научной базе. В процессе моделирования надстройки, возникает множество аспектов.

1. При определении степени эффективности технологии, невозможно использовать один критерий, из всего множества, но многие из оценок противоречивы друг другу, например, стоимость, надёжность и долговечность. В данном случае рекомендуется использование такой технологии, которая характеризует эффективность технологии.

2. Критерии оценивающие технологию реконструкции, не могут быть оценены точно, так как зависимы от множества факторов.

Предположим $D=(D(T_1), \dots, D(T_m))$ есть вектор, где: T -множество технологий, j -характеристика долговечности, при условии, что используется технология T_j ($j=1, 2, \dots, n$).

Решение данной задачи достигается используя такое значение j' , где будет выполняться условие $D(T_{j'}) > D(T_j)$, вне зависимости от $j=1, 2, \dots, n$.

Предположим, что есть 10 способ надстройки ($n=10$), а вектор Д будет (8, 15, 30, 35, 57, 47, 80, 60, 55, 65), преимуществом пользуется технология №7.

Оценим данную технологию по нескольким факторам: стоимость, долговечность. Необходимо с учетом данной стоимости, выбрать более надежную конструкцию.

Есть 10 технологий и 2 вектора, где 1-ый – стоимость, 2-ой – надежность зданий.

$$\begin{aligned} \{C=(5, 40, 12, 35, 37, 57, 44, 33, 9, 24) \\ \{D=(8, 15, 30, 35, 57, 47, 80, 60, 55, 65), \end{aligned} \quad (3.1)$$

- при стоимости 12, эффективной является $j=9$,
- при стоимости 37, эффективной является $j=12$,
- при стоимости 8, эффективной является $j=5$.

Способ №2. Известен минимальный срок эксплуатации, необходимо определить наиболее дешевый проект. При долговечности в 25, приоритетным будет $j=8$.

Способ №3. Выбор наиболее предпочтительного варианта модернизации, вектор $x=(x_1, \dots, x_m)$, доминирует вектор $y=(y_1, \dots, y_m)$, при выполнении условий $x_1 > y_1$ или $x_1 = y_1$, то неравенство $x_2 > y_2$ должно выполняться и т.д.

Лексикографическим оптимумом называются доминирующие вектора на данном множестве, т.е. их расположение по важности.

При множестве технологий Т, с индексом $j=1, 2, \dots, n$.

$$T=[T_1, T_2, T_3, \dots, T_n] \quad (3.2)$$

При выборе наиболее эффективной технологии реконструкции, необходимо производить выбор исходя из наибольшей пользы в сравнении с остальными. Набор таких способов, технологий называется оптимальным по Парето. Существует несколько определений для данной задачи:

1. Нестрогое неравенство должно выполняться $X_i \geq Y_j$, где X должен доминировать над Y и введем новую функцию качества.

$$F:N \rightarrow E_n, F(T)=(F_1(T_j), F_2(T_j), \dots, F_n(T_j)). \quad (3.3)$$

где: i -численный критерий качества.

2. T_j считается полезной в случае, если верна система:

$$F_i(N) \geq F_i(T_j) \quad i=1,2,\dots,m, \quad (3.4)$$

3. T_j считается бесполезной в случае если система несовместна:

$$F_i(T) > F_i(T_j) \quad i=1,2,\dots,m, \quad (3.5)$$

С помощью определения компромиссной технологии является возможным выделения из множества технологий наиболее эффективную, уменьшая список до меньшего числа. Рассмотрим подробнее эту технологию.

Предположим:

$$M_i = \max\{F_i(T_j), j=1,2,\dots,n, \quad (3.6)$$

где: M_i компонента i функции качества F , наибольшей для всех технологий T . Идеальный вектор $M=(M_1, M_2 \dots M_n)$.

Рассмотрим это на примере двухкомпонентной функции. Идеальный вектор равен $M=(65-70)$.

Технология T_j будет компромиссной в случае выполнения неравенства:

$$\max\{(M_i - F_i(T_j)) \mid i=1,2,\dots,m\} \geq \max\{(M_i - F_i(T_j)) \mid i=1,2,\dots,m\}, \quad (3.7)$$

Рассмотренная технология является выгодной т.к. отклонение значения от идеального сводится к минимуму, в данном случае компромиссной является технология T_6 , с идеальным вектором $M(-10, 70)$. Допускается отклонение от идеального вектора (30, 20), (55, 40), (0, 62), (16, 45), (15, 50), (10, 50), (5, 60), (2, 59), (15, 0). Наибольшее технологическое отклонение 20, 40, 62, 50, 45, 50, 60, 59, 15. Наименьшим будет являться отклонение равное 15, при T_6 .

Данные модели допускается использовать при решении о выборе рациональных технологий. Проведенный анализ показывает, что наиболее успешной является технология реконструкции зданий с надстройкой. Преимуществом является увеличение жилой площади в 2 раза. Экономически выгодным данный способ является за счет уменьшения сроков производства работ, так как отсутствует необходимость усиления несущих конструкций существующего здания, но уменьшение сроков реконструкции, за счет увеличения производительности, может увеличить расходы на реконструкцию, в связи с этим появляется необходимость использования подхода,

определяющего рентабельность сокращения сроков за счет увеличения производительности.

Задача:

Необходимо определить $C_{\text{опт}}$, то есть C при котором выполняется равенство

$\mathcal{E}_y = (\mathcal{E}_y^x + \mathcal{E}_y^{xx}) \rightarrow \min$, при этом

$$\mathcal{E}_y^x = (Z_3 - Z_y) \frac{A}{N} \quad (3.8)$$

$$\mathcal{E}_y^{xx} = \mathcal{E}_{\text{упр}} + \mathcal{E}_{\text{д.в.}}$$

где: \mathcal{E}_y^{xx} - экономический эффект при использовании подхода о сокращении расходов, сдаче объекта в эксплуатацию раньше срока;

\mathcal{E}_y - результат применения БКС;

\mathcal{E}_y^x - годовой экономический эффект.

Решение.

Предположим, что на отрезке $[C_{\min}; C_{\max}]$ функция непрерывна. Тогда следует что, \mathcal{E}_y на данном отрезке обозначает локальный минимум, при условии:

$$\begin{cases} \frac{\partial \mathcal{E}_y}{\partial J} = 0 \\ \frac{\partial^2 \mathcal{E}_y}{\partial J^2} < 0 \end{cases} \quad (3.9)$$

С целью проверки максимума проверим формулы:

$$\begin{aligned} \mathcal{E}_y^x &= Z_3 \frac{A}{N} - \{M \{C_e + T_y [K_2 C_2 + C_3 + (1 + K_3) C_3 + H_p P + K_2 E_n \\ \mathcal{E}_y^{xx} &= C_{\text{упр}} \left(1 - \frac{T_y}{T_{\text{дир}}}\right) + K_1 K_2 E_n \Phi_0 (E_{\text{дир}} - T_y)\} \end{aligned} \quad (3.10)$$

где: K_r - коэффициент перехода;

K - усредненные вложения;

P - усредненный численный состав звена;

Φ_0 - стоимость дополнительной площади;

C_3 - зарплата рабочего звена;

M - число постов;

$C_{\text{упр}}$ - постоянные расходы,

C_b – единовременные затраты;

C_r – амортизационные затраты;

T_y – продолжительность производства работ;

C_3 – эксплуатационные затраты;

K_1 – коэффициент, зависимости продолжительности надстройки от продолжительности реконструкции;

K_3 – коэффициент накладных расходов;

H_p – накладные расходы.

Выразит T_y , M через J :

$$\begin{cases} T_y = \frac{N}{J} \\ M = JD \end{cases}, \quad (3.11)$$

Выполним преобразование:

$$\begin{aligned} \Xi_y^x &= Z_y \frac{A}{N} - \{C_e DJ + ND[K_2 C_2 + (1 + K_3)C_3 + C_3 + H_p P + K_2 E_n K]\} \frac{A}{N}, \\ \Xi_y^{xx} &= -\frac{N}{J} \left(\frac{C_{ynp}}{T_{dnp}} + K_1 K_2 E_n \Phi_o T_{dnp} \right) \end{aligned}, \quad (3.12)$$

Сложим выражения:

$$\begin{aligned} \partial \Xi_y / \partial J &= -\frac{C_e \Delta A}{N} + \frac{N}{J^2} \left(\frac{C_{ynp}}{T_{dnp}} + E_n K_1 K_2 \Phi_o \right), \\ \partial^2 \Xi_y / \partial J^2 &= -\frac{2N}{J^3} \left(\frac{C_{ynp}}{T_{dnp}} + K_1 K_2 E_n \Phi_o \right), \end{aligned}, \quad (3.13)$$

Знак второй производной меняем на -, так как параметры имеют положительный знак.

Приравниваем первую производную к 0, с целью нахождения значения аргумента, решаем полученное уравнение:

$$J_{opt} = +N \sqrt{\frac{C_{ynp} + E_n K_2 K_1 \Phi_o T_{dnp}}{C_e \Delta A T_{dnp}}}, \quad (3.14)$$

После решения уравнения значение J_{opt} подвергается корректировке. Значение Ξ_y изменяется дискретно, по отметкам, соответствующим M , которое решается 2 способами, в зависимости от Θ :

$$M = \frac{J_{opt} \times \theta}{P_1}, \quad (3.15)$$

где: P1-количественный состав рабочего звена.

В случае если, θ неизвестно, M определяют с помощью q (масса блока), W (выработка монтажника), по формуле:

$$M = \frac{J_{opt} \times q}{WP_1}, \quad (3.16)$$

На следующем этапе вычисляются параметры БКС, связанные с J.

1. Количество контейнеров

$$M = \frac{J_{рац} \times \theta}{P_1} = \frac{J_{рац} \times q}{WP_1}, \quad (3.17)$$

2. Ритм конвейера

$$R_{рац} = \frac{1}{J_{рац}}, \quad (3.18)$$

3. Продолжительность работы конвейера

$$T_{ф.рац} = (M_{рац} + N - 1) / J_{рац}, \quad (3.19)$$

4. Продолжительность реконструкции

$$T_{рац} = \frac{N}{J_{рац}}, \quad (3.20)$$

С помощью выше представленных формул представлена методика проектирования БКС.

Применение данных способов вариантного проектирования, позволяет оптимизировать календарный план и сократить сроки строительства.

3.2 Разработка технических решений по надстройке

В связи с увеличением плотности городской застройки, наиболее популярным способом реконструкции является надстройка этажей [1-25]. Наибольшее предпочтение отдается материалам, используя которые становится возможным сокращение сроков строительства, уменьшение затрат

на реализацию проекта, а также соответствие всем современным строительным нормам. Одним из таких материалов является легкие стальные тонкостенные конструкции.

Профили бывают следующих видов и назначений:

1. ТН – термопрофиль направляющий, применяется в качестве направляющего профиля верхних и нижних стен, либо в качестве профиля воспринимающего вертикальную нагрузку (рис. 3.1).

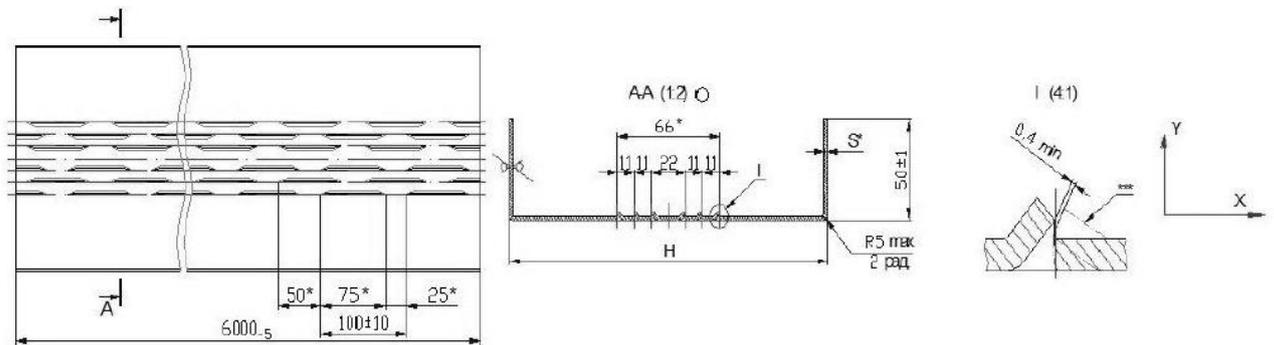


Рисунок 3.1 - Термопрофиль направляющий

2. ПН – профиль направляющий, применяется аналогично термопрофилю, за исключением требований по теплозащите (рис. 3.2).

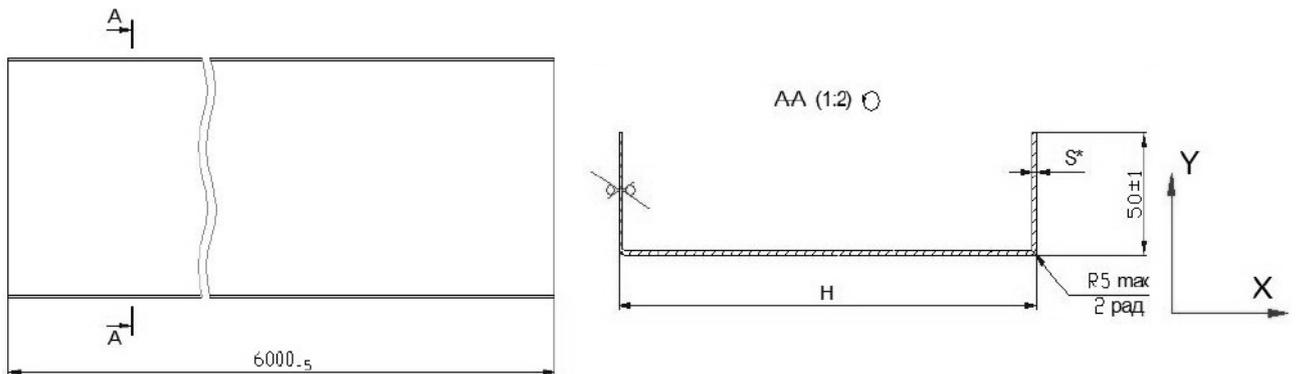


Рисунок 3.2 - ПН – профиль направляющий

3. ТС – термопрофиль стоечный, применяется в качестве несущих вертикальных стоек (рис. 3.3).

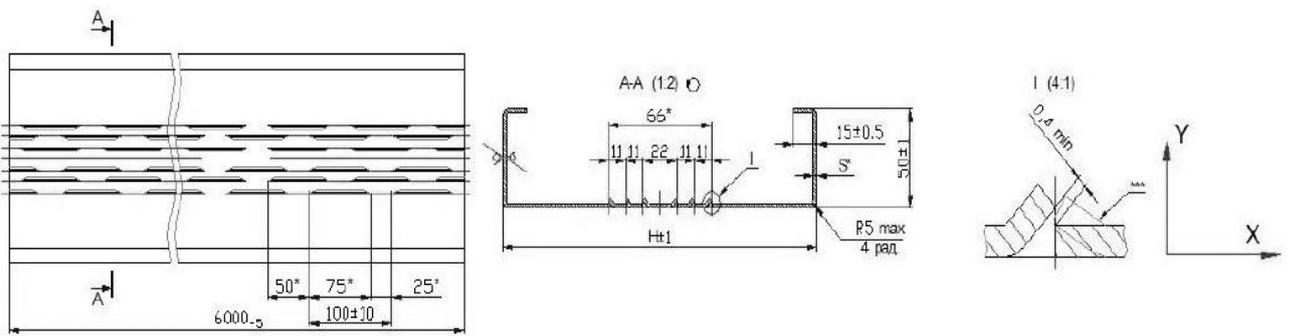


Рисунок 3.3 - ТС – термопрофиль стоечный

4. ПС – профиль стоечный, применяется аналогично профилю ТС, за исключением требований по теплозащите (рис. 3.4).

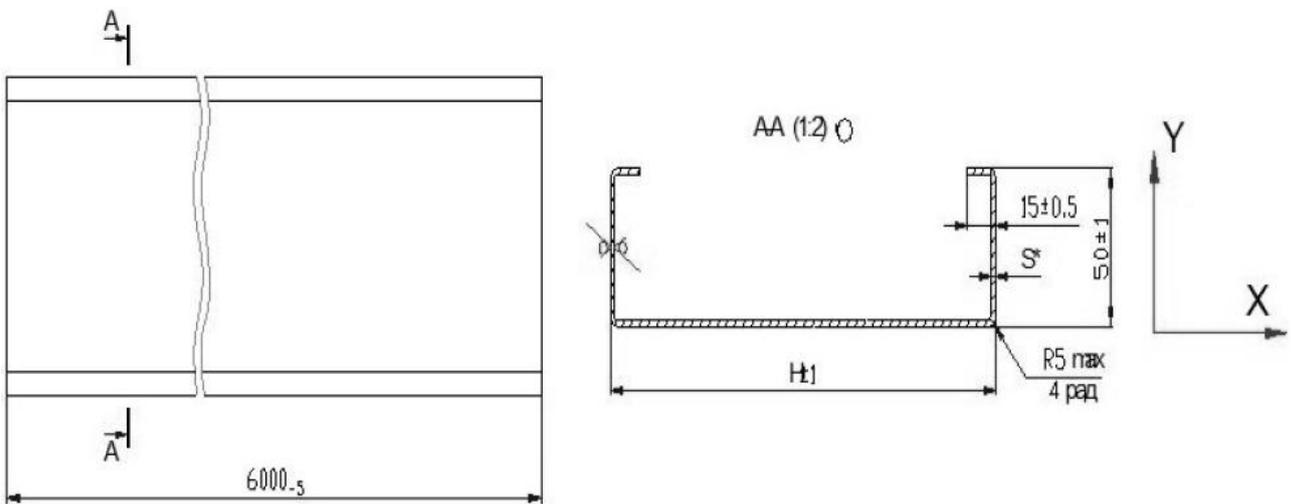


Рисунок 3.4 - ПС – профиль стоечный

5. С – прогон – применяется в качестве усиленных балок (вставляя один в другой), прогонов (рис. 3.5).

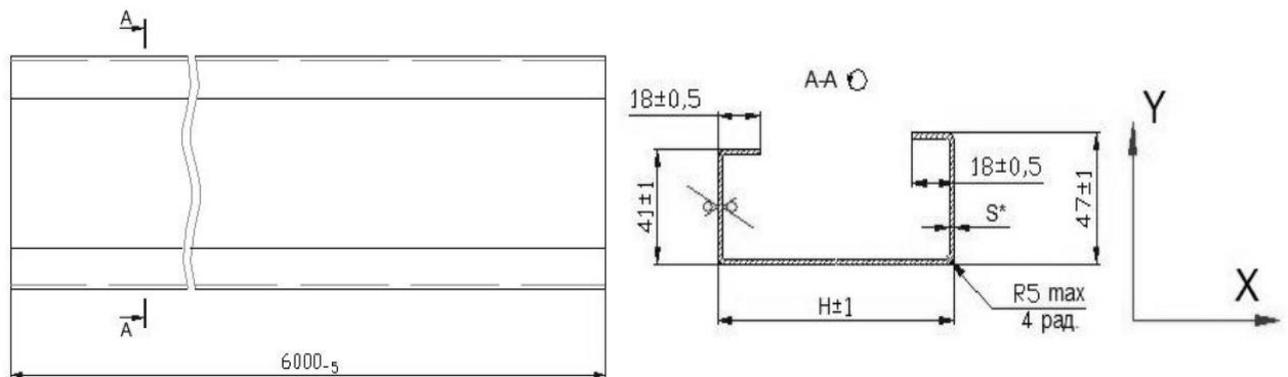


Рисунок 3.5 - С - прогон

6. СТ – термобалка, применяется для прогонов и балок (рис. 3.6).

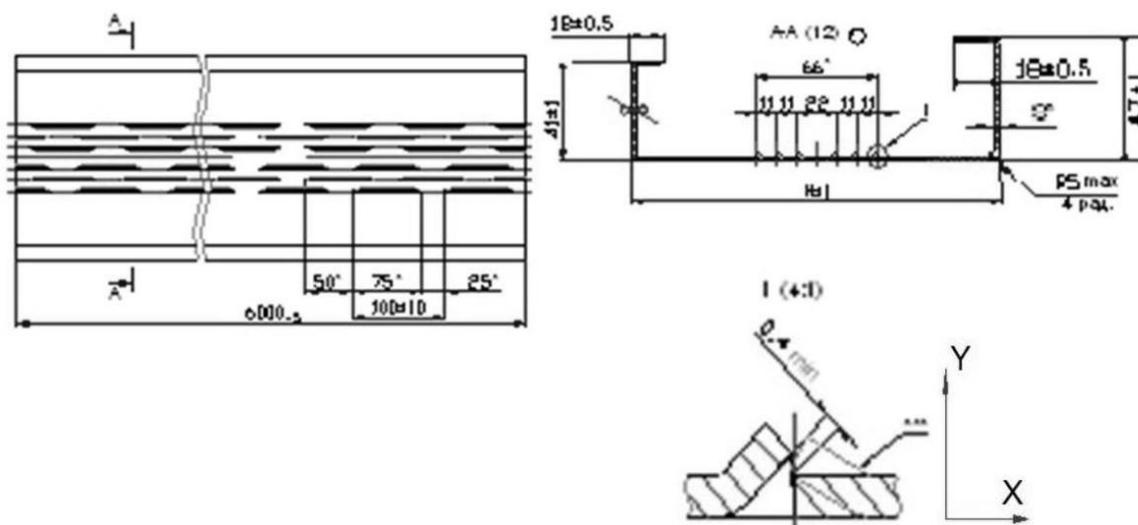


Рисунок 3.6 - СТ – термобалка

7. ОУ – обрешетка универсальная, применяется в вентилируемых фасадах, кровлях (рис. 3.7).

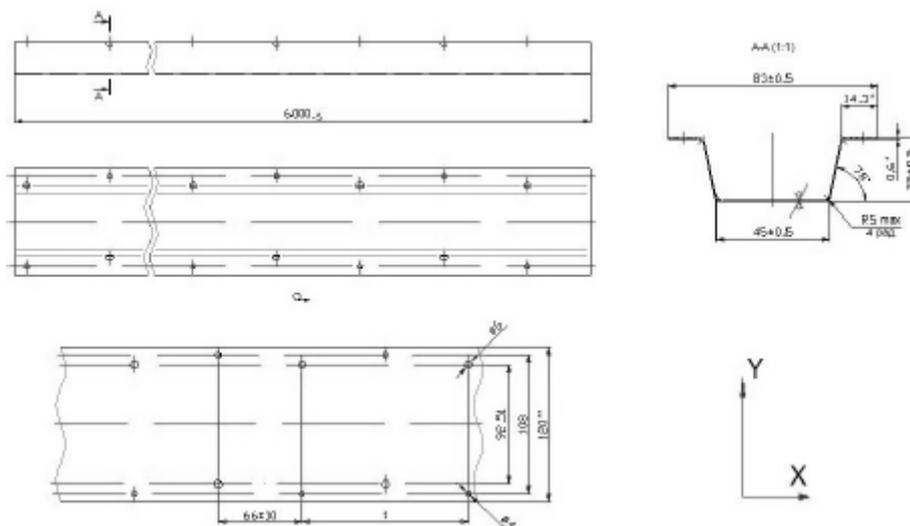


Рисунок 3.7 - ОУ - Обрешетка универсальная

8. ОУВ – обрешетка универсальная вентилируемая, применяется в вентилируемых фасадах, для вентиляции подкровельного пространства (рис. 3.3).

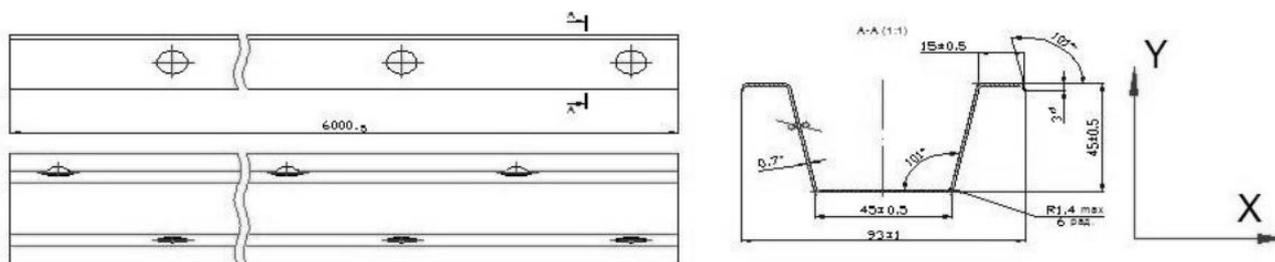


Рисунок 3.8 - ОУВ – обрешетка универсальная вентилируемая

Основные положения расчета. Согласно рекомендациям по расчету надстроек из металлоконструкций, расчет производится по следующим положениям:

1. Расчет по допускаемым напряжениям;
2. Расчет ферм из профилей на расчетные длины и гибкости элементов;
3. Проверка устойчивости сжатых элементов, полок и стенок изгибаемых элементов;
4. Расчет соединения профилей.

Расчет по допускаемым напряжениям. Расчет необходимо выполнять в соответствии с СП 16.13330.2011 «Стальные конструкции», с соблюдением следующего условия:

$$\sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2} \leq 0,9R_y, \quad (3.21)$$

$$\tau_{xy} \leq 0,8R_s$$

где: $\tau_{xy} = \frac{QS}{I_x t}$.

Расчет ферм из профилей на расчетные длины и гибкости элементов.

Длину элементов стоек и колонн следует определять по формуле:

$$l_{ef} = \mu l, \quad (3.22)$$

где: l – длина элемента (стойки, колонны).

Коэффициенты по расчетным длинам, определяются в соответствии с СП 16.13330.2011.

Проверка устойчивости сжатых элементов, полок и стенок сжатых, изгибаемых элементов. На всю высоту стенок устанавливается укрепление поперечными

ребрами, расстояние между которыми должно быть не более $3h_{ef}$ – расстояние между ребрами.

Расчет на устойчивость спаренных швеллеров, стенок, с дополнительным усилением, при условии отсутствия местного напряжения производится по формуле:

$$\sqrt{\left(\frac{\sigma}{\sigma_{cr}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}}\right)^2} \leq 0,8, \quad (3.23)$$

где: $\sigma_{cr} = \frac{30R_y}{\lambda^2}$

$$\lambda = \frac{h_{ef}}{t} \sqrt{\frac{R_y}{F}}, \quad (3.24)$$

Расчет элементов без дополнительного усиления производится по формуле:

$$P_n = c \cdot t^2 \cdot R_y \cdot \sin \alpha \cdot (1 - C_r \cdot \sqrt{r/t})(1 + C_b \cdot \sqrt{b/t})(1 - C_h \cdot \sqrt{h/t}), \quad (3.25)$$

где: C_h – коэффициент, определяющийся в зависимости от гибкости стенок;

C – коэффициент, определяющийся по таблице;

C_b – коэффициент, определяющийся в зависимости от ширины опоры;

C_r – коэффициент, определяющийся в зависимости от радиуса изгиба.

Коэффициент P_n равен 0,8, в случае если элемент состоит из нескольких элементов, то критическая нагрузка смятие опоры рассчитывается как $n \times P_n$.

При проверке ширины сжатых полок b_{ef} на устойчивость, необходимо соблюдать условие $\lambda_p \leq 0,673$.

где: $\lambda_p = 1.052 \frac{b_{ef}}{t} \sqrt{\frac{\sigma_{max}}{Ek_1}}$;

$k_1 = 4$ – для полок, с высотой более $0,3b_{ef}$;

k_1 – коэффициент, определяющийся в зависимости от граничных условий на краю полки;

σ_{max} – наибольшее напряжение в полках.

Расчет соединения профилей. Крепление элементов каркаса, с помощью (ССВ) самосверлящих самонарезающих винтах, необходимо рассчитывать на отрыв (выдергивание), продавливание.

В случае, если продольная сила N , проходит в винтовых соединениях через центр тяжести, следует принимать ее равномерной.

Наибольшее срезающее усилие, которое воспринимают ССВ, рассчитывается по формуле:

$$N_B = 0.8\alpha R_u dt, \quad (3.26)$$

где: d, t – диаметр и толщина винта;

R_u – сопротивление стали профиля.

Наибольшее усилие при растяжении, которое воспринимают ССВ на продавливание при статической нагрузке, рассчитывается по формуле:

$$N_{pc} = 0.8d_{ш} t R_u, \quad (3.27)$$

при ветровой нагрузке, рассчитывается по формуле:

$$N_{pn} = 0.4d_{ш} t R_u, \quad (3.28)$$

при отрыве (выдергивании), рассчитывается по формуле:

$$N_{pB} = 0.5d_{ш} t R_u, \quad (3.29)$$

где: t_1 – толщина профиля;

$d_{ш}$ – диаметр пресс-шайбы.

Шаг винтов, соединяющих профиля необходимо рассчитывать по формуле:

$$\alpha \leq \frac{[N]_B}{T} 0,8 \quad (3.30)$$

где: $[N]_B$ – наибольшая нагрузка на один винт.

При совместном воздействии на профиль среза и растяжения, прочность крепление определяется по формуле:

$$\left(\frac{\sqrt{N_x^2 + N_y^2}}{[N_1]} \right)^2 + \left(\frac{P}{[P_1]} \right)^2 \leq 1, \quad (3.31)$$

где: $N_{x, y}$ – усилие на один винт, определяемое по расчету;

P – растягивающие усилия;

$[N1, P1]$ – предельные допускаемые усилия на растяжение, срез при воздействии на один винт.

Колонны и стойки. Несущие колонны воспринимающие наибольшую нагрузку изготавливают из профилей толщиной 2,5 мм и высотой стенки 250 мм, крепление элементов выполняется ССВ с установленным шагом. Колонны выполнены без поперечных стыков, оголовки выполнены швеллерного сечения, основание фиксируется между горизонтальным профилем, при необходимости устанавливаются подкосы, с целью повышения жесткости опоры.

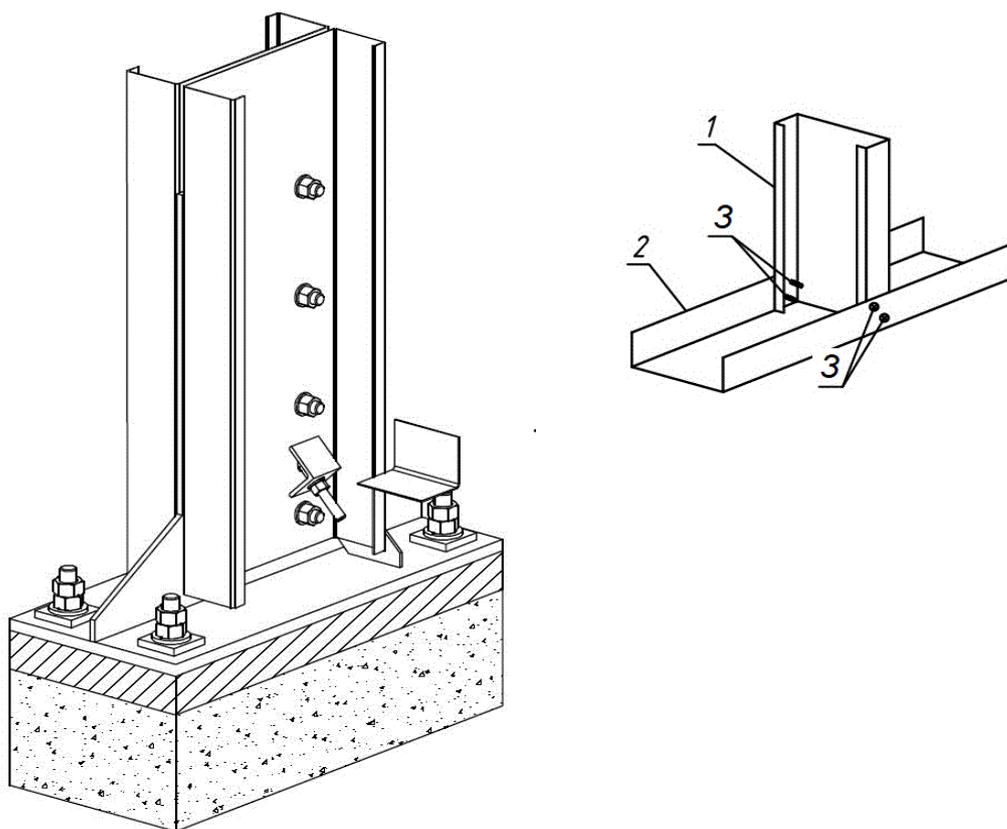


Рисунок 3.9 - Типы и базы колонн. 1 – профиль стоечный; 2 – профиль направляющий; 3 – саморезы

Опираие стоек на железобетонные фундаменты, необходимо выполнять шарнирным (рис. 3.10).

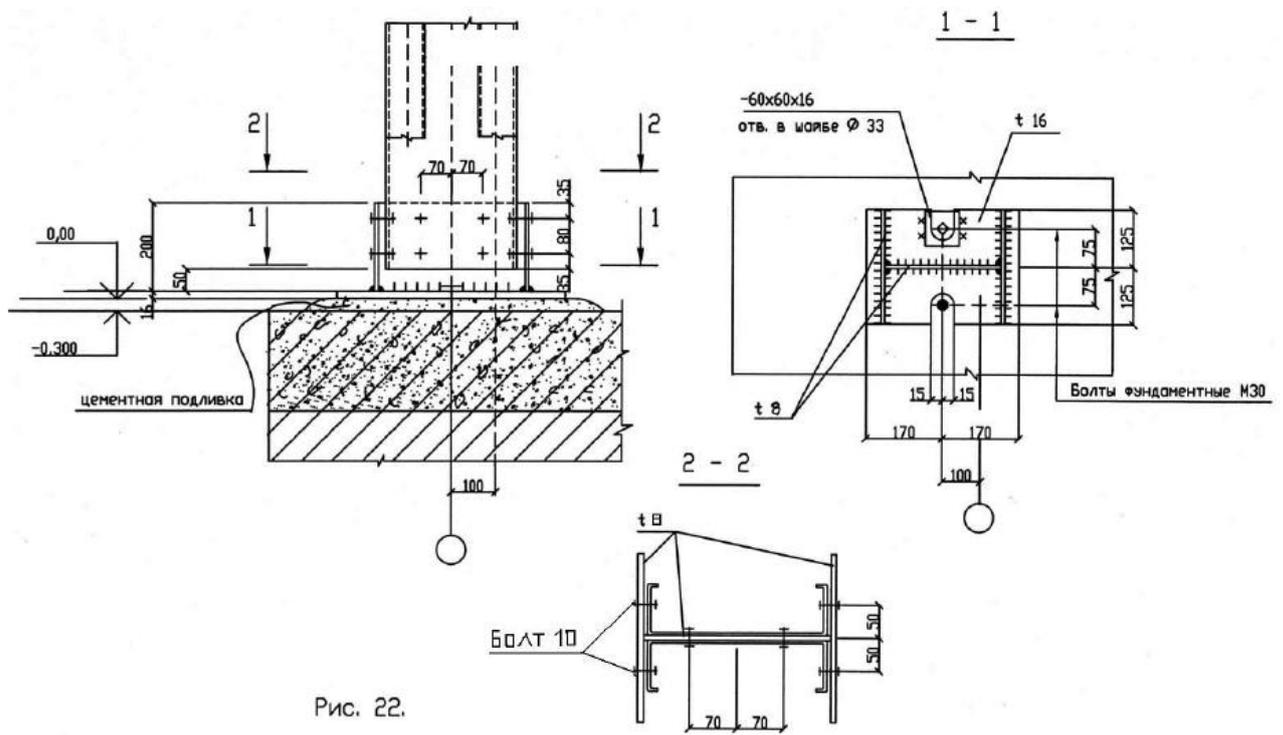


Рис. 22.

Рисунок 3.10 - Фрагмент опирания стоек на ж.б. фундамент

Схема сборки и крепления перекрытия.

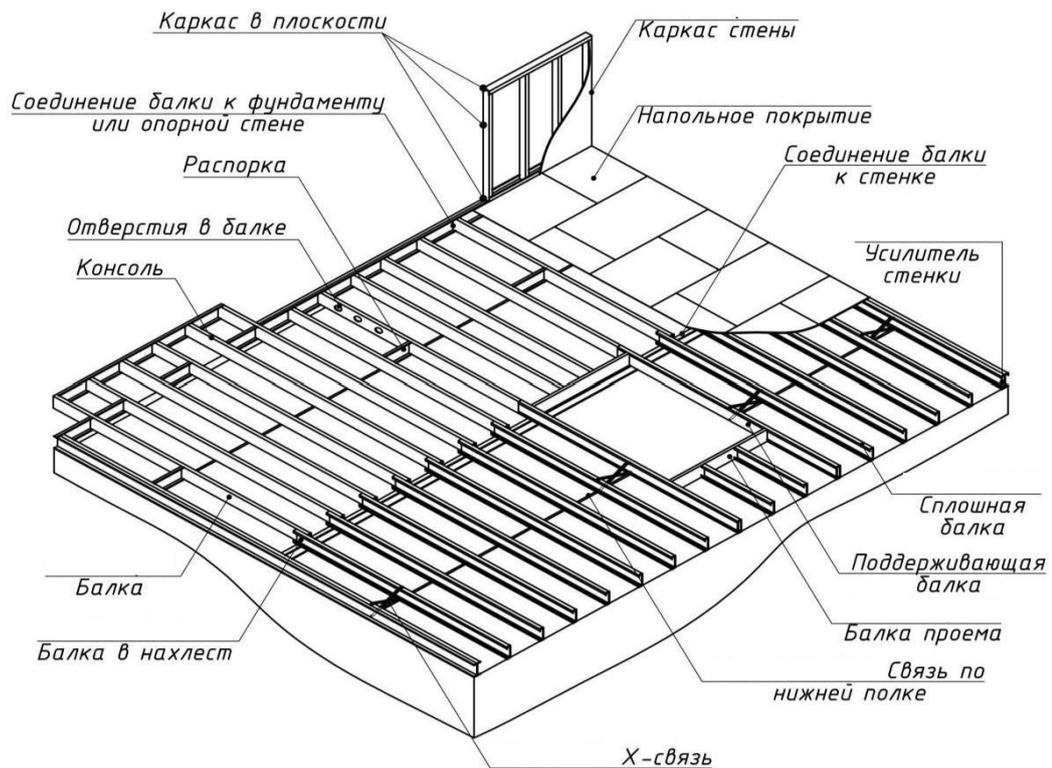


Рисунок 3.11 - Схема каркаса перекрытия

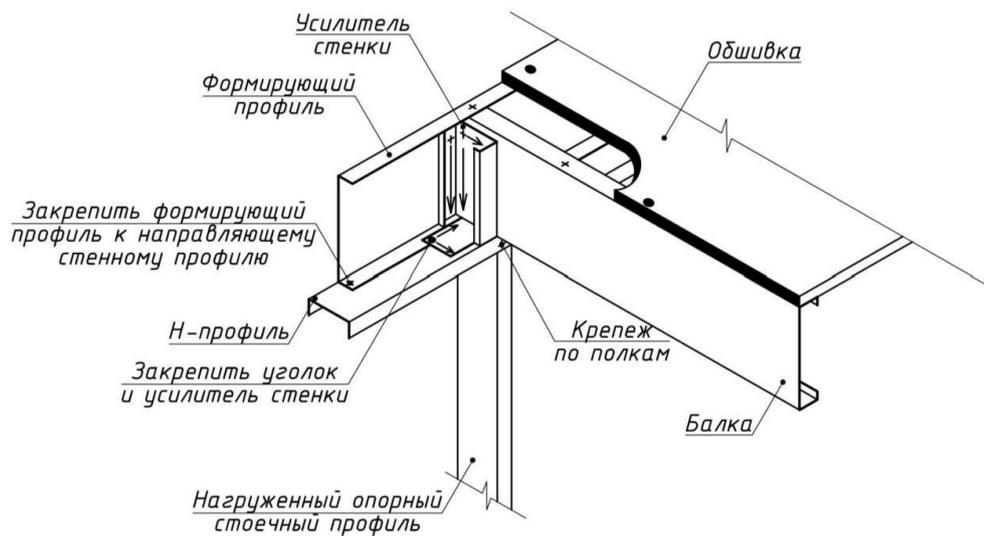


Рисунок 3.12 - Схема крепления перекрытия к нагруженной стене

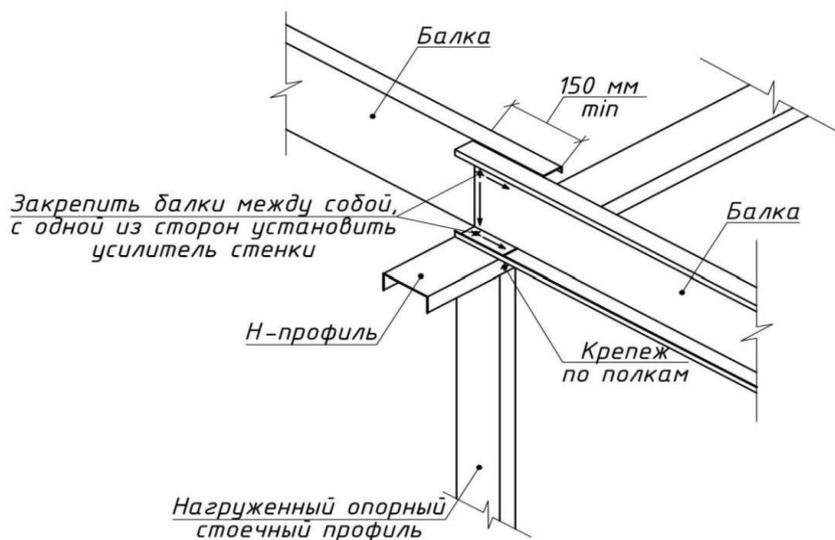


Рисунок 3.13 - Схема устройства балок внахлест

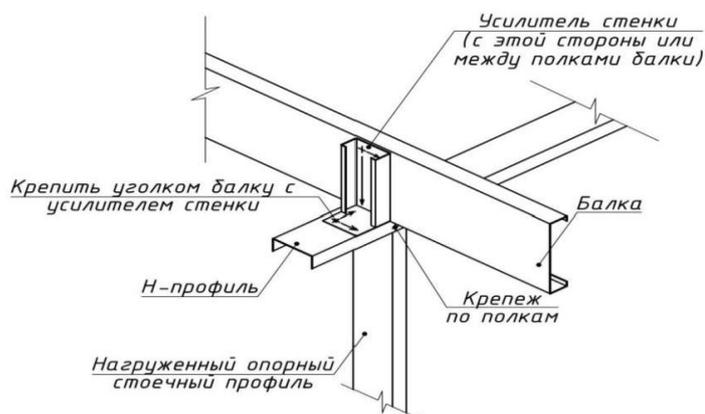


Рисунок 3.14 - Схема крепления сплошных балок

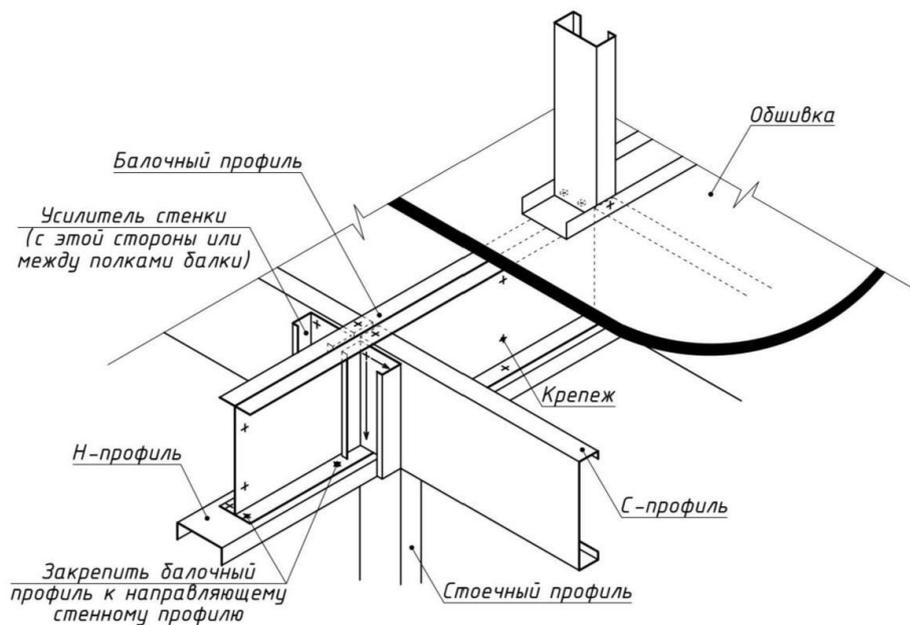


Рисунок 3.15 - Схема креплений перекрытий к внутренним несущим стенам

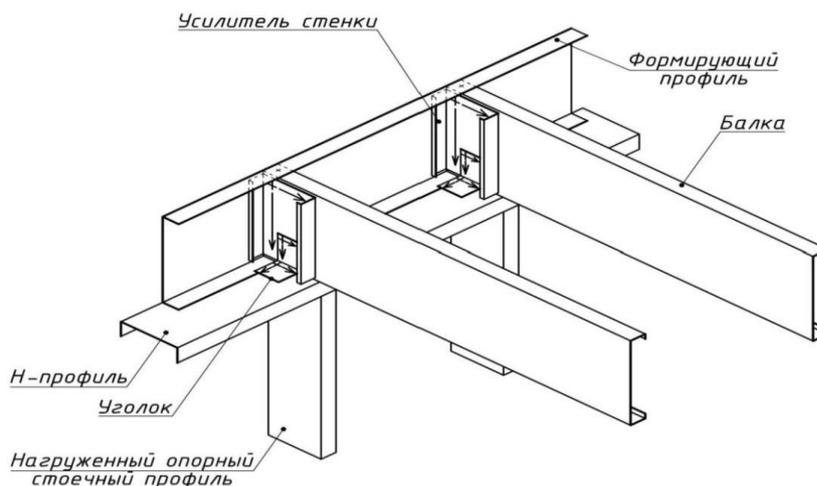


Рисунок 3.16 - Схема устройства усиления стенки

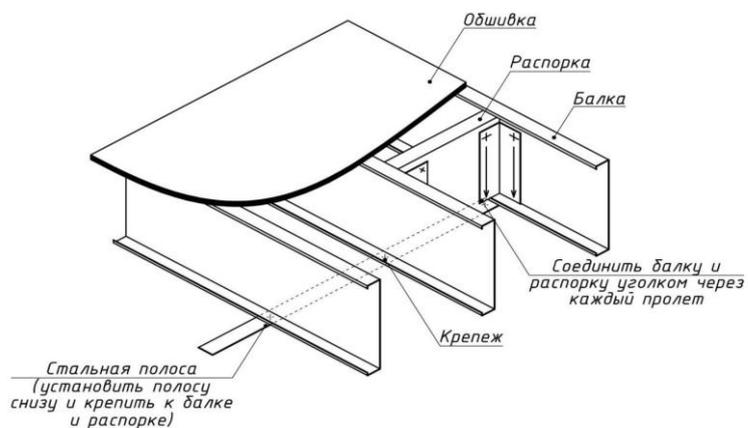


Рисунок 3.17 - Схема устройства перекрытия

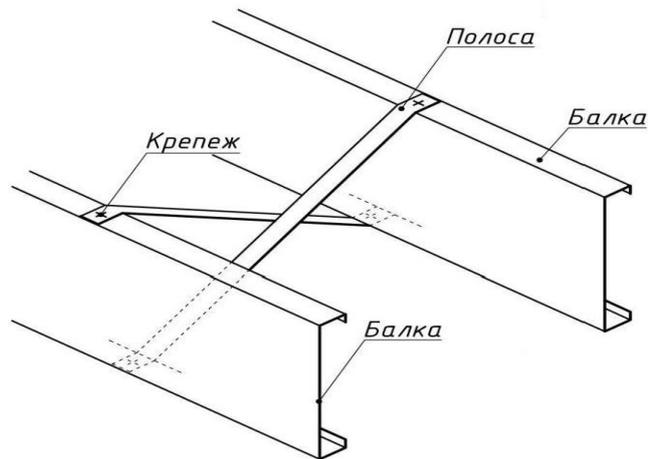
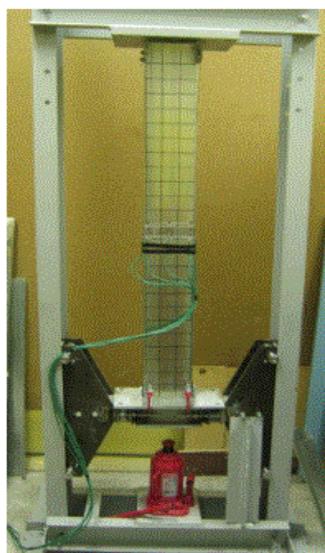


Рисунок 3.18 - Схема устройства X-связей

Испытание образцов. С целью определения несущей способности стоек, было выполнено испытание двух образцов, одиночной стойки, стойки составного сечения, размерами 150 и 200 мм высотой, 1,5 и 2,0 мм толщиной. Одиночные стойки испытывались в различных вариациях, короткие длиной 1,2 м, длинные 2,1 м, сплошного и перфорированного сечения. При изучения несущей способности ЛСТК, были приобретены профили марки: ПС-200-2,0, ПС-150-1,5, ТС-150-1,5, ПС-150-2,0, ТС-200-1,5, ПС-200-1,5, ТС-150-2,0, ТС-200-2,0, произведенных из стали 08пс. Для испытаний была собрана установка С-12, В-50 рисунок 3.19, на основании рекомендаций Э.Л. Айрумяна.



С-12 (1200 мм/20 т)



В-50 (2200мм/50 т)

Рисунок 3.19 - Установка для испытания ЛСТК

Для определения несущей способности легких стальных тонкостенных конструкций были представлены следующие основные составляющие исследования: обработка данных, выбор средств и способов определения деформаций, выбор образцов, определение способа приложения нагрузки, проведение численного моделирования. В процессе испытаний предполагалось определение устойчивости стоек в сжатой зоне.

При центрально приложенной нагрузке, на элементы без опасения потери устойчивости, их сопротивление прямо пропорционально сечению элемента. Как правило, потеря устойчивости коротких профилей, связано с искажением поперечного сечения. Исходя из этого, наибольшим спросом пользуются профили с краевым изгибом, представляя более устойчивый элемент, имеющий большую несущую способность. В процессе испытания элементов с большей длиной, наблюдалась потеря общей устойчивости.



Рисунок 3.20 - Образцы после испытаний.

Для определения критических нагрузок, испытания производились на стендах, т.к. на обычных прессах их испытание было затруднительным, в связи с отсутствием возможности плавной подачи нагрузки, представляя из себя жесткую раму с опирающимися на нее элементами. Нагрузка на элементы подавалась снизу, измерялась тензодатчиками сжатия, с постепенным увеличением, измеряясь при каждом ее увеличении, а также измеряя деформации элемента, показанных на рисунке 3.20

С целью отсутствия погрешностей, в связи с релаксацией материала, данные считывались как можно быстрее, при комфортных условиях исследования элементов. На графике 1 показаны, наибольшие перемещения стенки, в зависимости от нагрузки, кН.

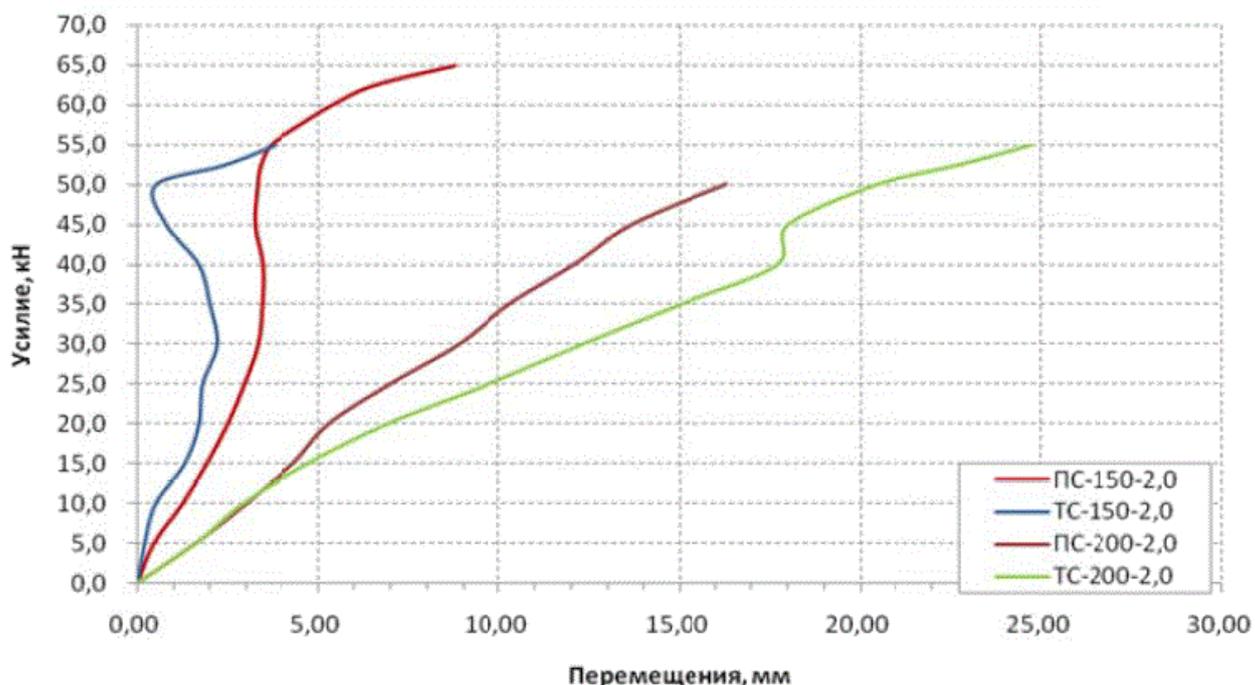


График 1 - Перемещение стенки в зависимости от нагрузки

В процессе работы был выполнен экспериментальный анализ несущей способности С-профиля. Анализируя данные полученные в результате эксперимента, видно, что, короткие стойки, испытывают наибольшую потерю местной устойчивости, на ранней стадии нагружения, сохраняя работоспособность. Длинные стойки, на начальном этапе проявляют горизонтальное перемещение, при нагрузке в 35 кН, приобретая изогнутую

форму, что напрямую связано с потерей устойчивости. Наглядно видно, что деформации С-профиля, происходят по изгибно-крутильной форме, а перфорированного сечения по изгибной. Наибольшее влияние на потерю устойчивости оказывает соотношение h/t , высоты к толщине элемента.

3.3 Технология реконструкции зданий в условиях стесненной городской застройки

На сегодняшний день существует множество технических и технологических вариантов выполнения реконструкции [1-25], модернизации промышленных и гражданских зданий. С целью реконструкции здания был выбран жилой пятиэтажный жилой дом с несущими стенами из блоков «Kerakam», данное здание расположено в г. Новокуйбышевск по улице Островского.

Площадь участка строительства составляет 10787 м². Рельеф участка - спокойный. Вдоль здания располагаются дороги с асфальта-бетонным покрытием. Перемещения людей по территории осуществляется по тротуарным дорогам. На территории жилого дома имеются детская площадка, парковочные места, лавочки, густо засаженный растительностью газон, подъезд пожарных машин обеспечен со всех сторон здания.

Жилой дом выполнен пятиэтажный с высотой этажа 2.8 м, разделенное двумя деформационными швами. Так же имеется тех. подполье в котором проходят инженерные коммуникации. Здание имеет неправильную форму с размерами в плане 20,25 x 76,7 м.

На первом этаже располагаются 3 однокомнатных квартиры, 5 двухкомнатных и 4 трехкомнатных. С общей площадью этажа 686 м².

На типовых этажах располагаются 3 трехкомнатных квартиры и 9 двухкомнатных, с общей жилой площадью 518 м².

Кровля простой плоской формы с организованным водоотводом. Гидроизоляционное покрытие которой выполнено из ПВХ мембраны.

Конструктивная схема представляет собой смешанный каркас. Фундамент запроектирован из свай сечением 300х300 воспринимающих нагрузку от вышележащего монолитного ростверка, расположенного на отм. - 2,500 и передающие на ниже лежащее основание.

Стены подвала выполнены из фундаментных блоков стеновых 1 и 2 ряд сечением 400×600 мм, третий 400×300 мм. Несущие стены устроены из керамического крупноформатного поризованного камня «Kerakam» с утеплением минераловатными плитами роквул фасад батс. В местах вентиляционных каналов стены выполнены из керамического полнотелого кирпича М100.

Перекрытие технического подполья устроено по керамическому полнотелому кирпичу М200 расположенного на жестком поясе. Перекрытие - сборное, состоящее из многопустотных плит перекрытия, расположенных по жестким межэтажным поясам, ввиду сложной формы здания присутствуют монолитные участки. Планы здания, разрезы, узлы, планы перекрытия показаны в приложении А.

С целью реконструкции здания с устройством надстройки необходимо выполнить следующие работы:

1. Подготовительные: на этапе подготовительных работ выполняется ограждение строительного участка, устройство временных сооружений, склады, туалеты, помещение ИТР, оповещение людей о предстоящих работах, устройство паспорта объекта, осуществление техники безопасности проживающих, работающих людей, экологической безопасности.

2. Демонтажные: на этапе демонтажных работ выполняется устройство спусковых трубопроводов для строительного мусора и отходов. При выполнении реконструкции жилого здания выполняется демонтаж парапетной части, состоящей из керамического кирпича М200 с армированием через каждые 4 ряда из сварной сетки 100х100х3 мм, высотой 600 мм, молниеприемников, капельников, демонтируемые элементы, подлежащие повторному использованию, ремонтируются и складываются на склад,

демонтируемая кирпичная кладка спускается по спусковым трубопроводам и увозится на площадки для его утилизации. Демонтаж кровельного покрытия выполняется частично в местах расположения несущих стен, оставшаяся часть не демонтируется с целью защиты от атмосферных осадков, а также соблюдения теплотехнических характеристик, демонтаж наружного утепления выполняется до уровня перекрытия 5-го этажа, с последующим устройством защиты открытой части утепления. Все демонтируемые элементы спускаются в автомобили по спусковым трубопроводам, с последующим перемещением на участки для утилизации.

3. Монтажные: на данном этапе выполняется надстройка 3-х одноярусных этажей, 4-тый этаж является мансардным, также согласно проекту, выполнена пристройка наружных лифтов, планы этажей представлены в приложении Б.

Перед началом производства работ необходимо убедиться в наличии на строительной площадке всех комплектующих материалов, в случае их отсутствия, необходимо их закупить и обеспечить в дальнейшем бесперебойную доставку на строительную площадку, с последующим складированием в закрытом складе, обустроенным с торцов здания.

При доставке комплектующих на объект необходимо выполнять входной контроль с ведением соответствующих журналов, при входном контроле необходимо выполнять осмотр конструкций на отсутствие визуальных дефектов, оказывающих влияние на дальнейшие эксплуатационные характеристики здания.

Для реконструкции эксплуатируемых зданий в местах крепления колонн, направляющего профиля, а также равномерного распределения нагрузки от надстраиваемых объемов, выполняется бетонирование жесткого пояса, выполненного из арматурного каркаса марки А240, А400, бетона класса В25, перед бетонированием производится установка закладных деталей в местах установки металлических колонн, жесткий пояс выполняется по несущим стенам, с анкерровкой к несущим стенам, плитам перекрытия. Подача бетонной

смеси осуществляется с помощью бетононасоса, в процессе бетонирования, необходимо выполнять вибрирование смеси. Минимальный размер опорной части колонны должен быть не менее 350 мм.

Монтаж легких стальных тонкостенных конструкций. Доставка ЛСТК выполняется сборными элементами, предварительно изготовленные и собранные на заводе укрупненные элементы, с устройством утепления, паро- и гидроизоляционных пленок, облицовкой с двух сторон (рис. 3.21, 3.22).

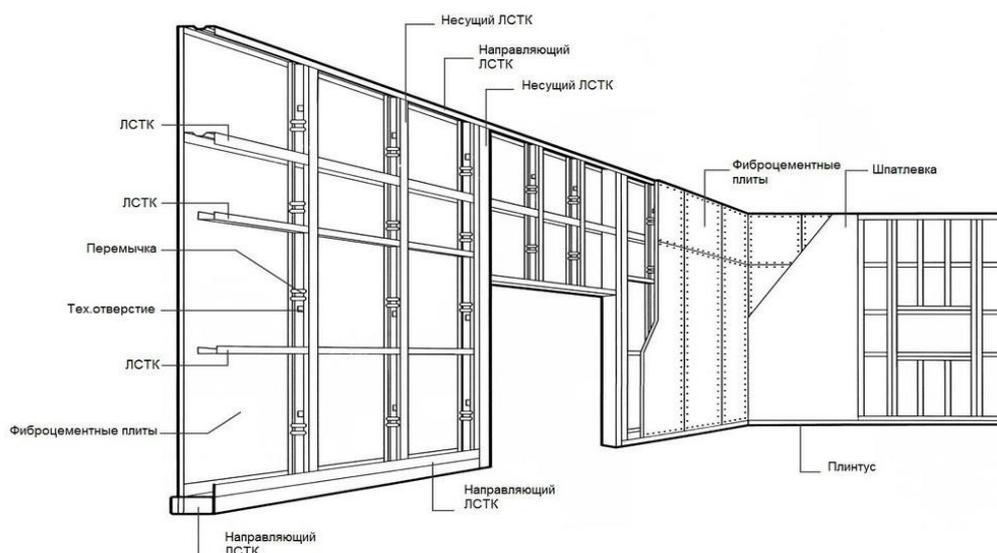


Рисунок 3.21 – Схема укрупненных сборных элементов

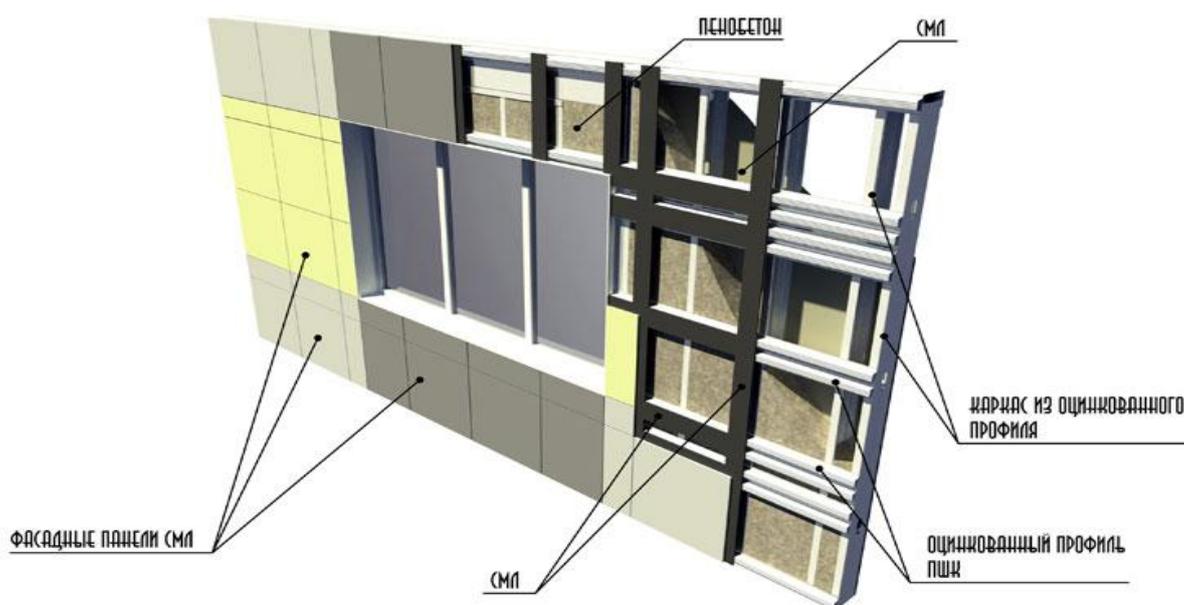


Рисунок 3.22 – Схема укрупненных сборных элементов

Данная технология позволяет сократить сроки производства работ, минимизировать расходы на оплату труда рабочих, уменьшить количество складов на строительной площадке, так как монтаж сборных элементов может выполняться с «автомобиля».

Монтаж колонн осуществляется на установленные и забетонированные закладные детали в жестком поясе, обеспечивающие жесткую заделку конструкций, показанных на рисунке 3.23.

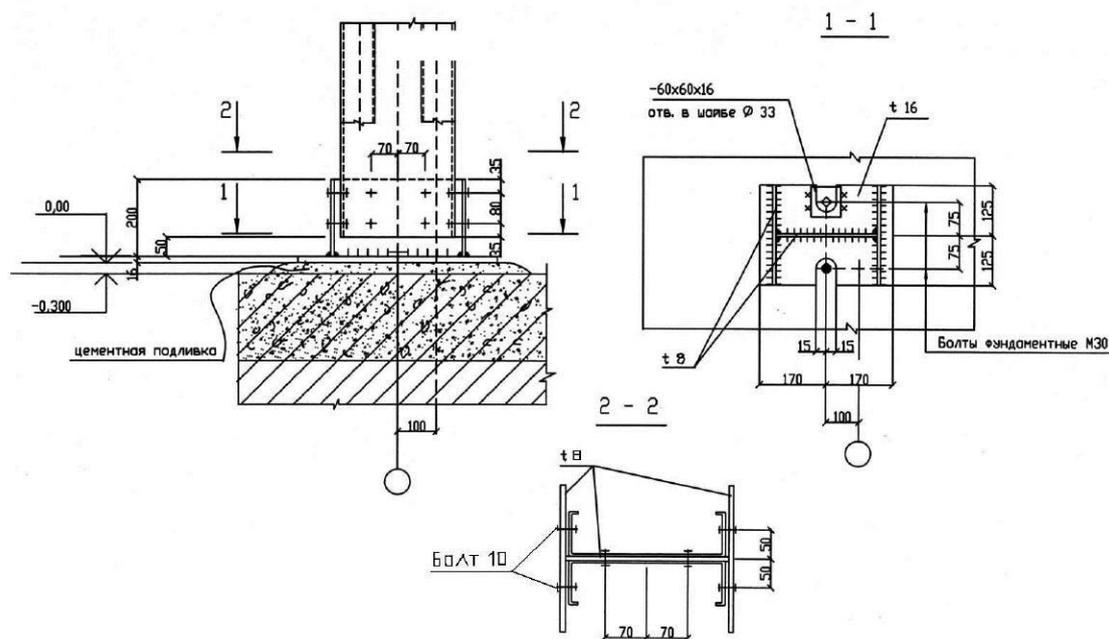


Рисунок 3.23 – Схема крепления колонн из ЛСТК

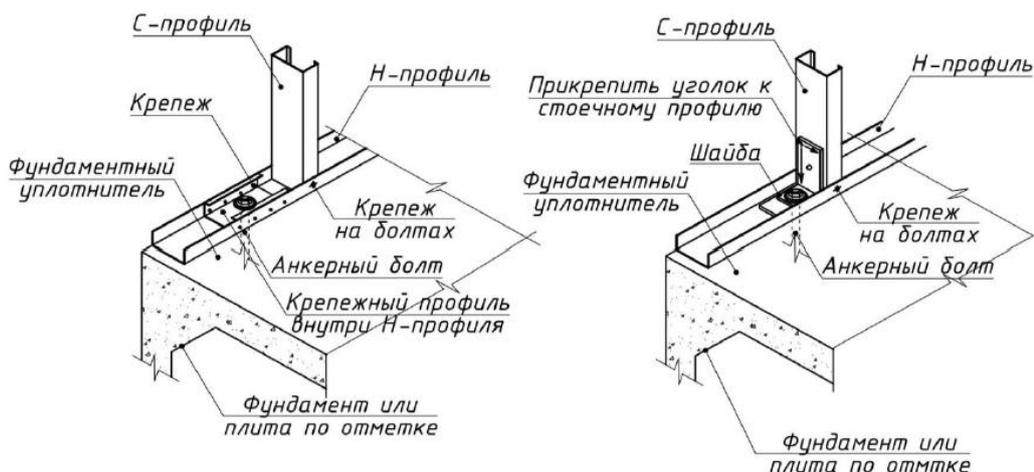


Рисунок 3.24 – Схема крепление стойки стены к фундаменту

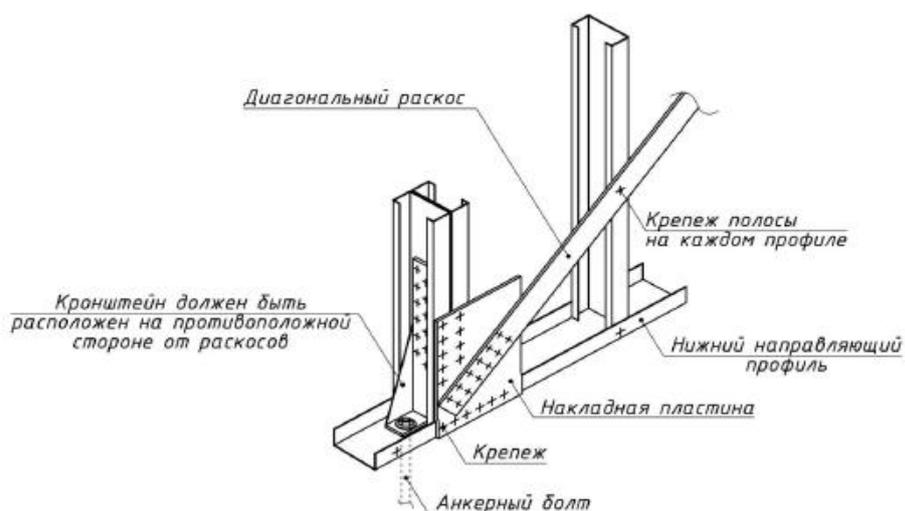


Рисунок 3.25 – Схема сборки каркаса с раскосами

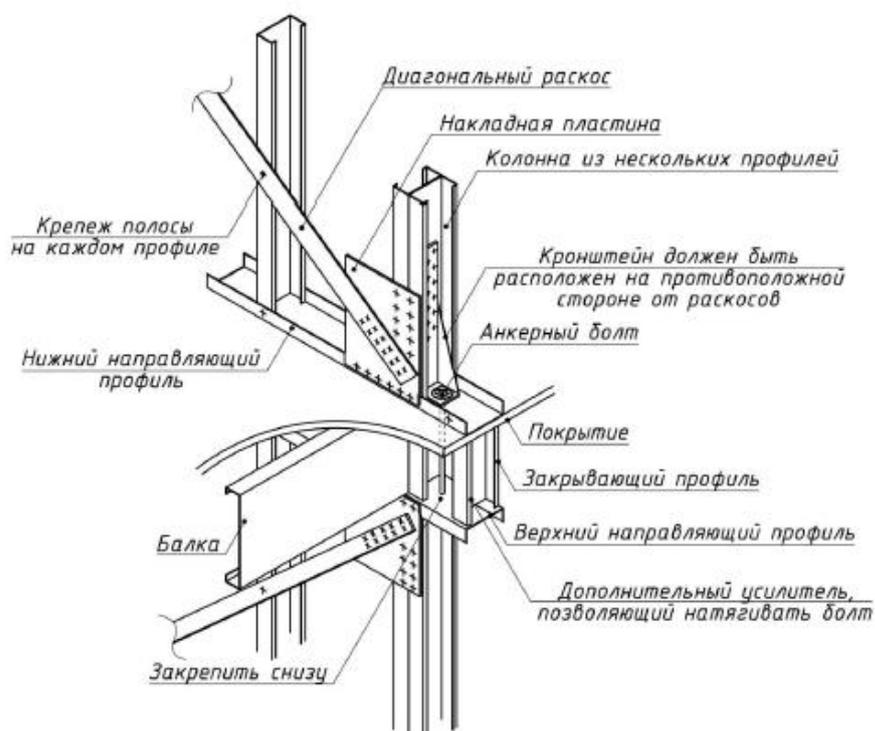


Рисунок 3.26 – Схема сборки каркаса 2-го и последующих этажей

Установка колонн должна выполняться с соблюдением требований нормативных документов, выверкой с помощью 2-х теодолитов.

После крепления колонн, выполняется монтаж сборных наружных и внутренних, панелей, лестничных маршей, предварительно собранных в заводских условиях.

Перекрытие также собирается в заводских условиях (рис. 3.27), с последующей доставкой на строительную площадку. Монтаж перекрытий выполняется по направляющему профилю, закрепленному на панелях.

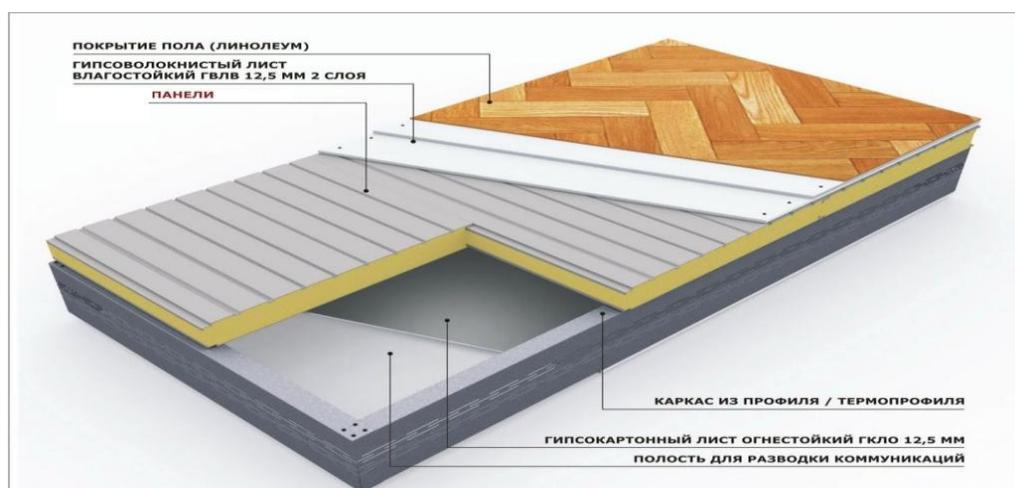


Рисунок 3.27 – Укрупненная сборка перекрытия в заводских условиях

Пристройка лифтовых отсеков выполняется в местах примыкания к лестничным клеткам, фундаменты под лифтовые отсеки, выполнены ленточные с предварительной цементизацией грунтов, с устройством закладных деталей для колонн, лифтовые шахты жестко соединены с поэтажными перекрытиями обеспечивающие их совместную работу, сборка лифтовых шахт выполняется укрупненными элементами, предварительно изготовленными и собранными на заводе.

3.4 Оценка эффективности предлагаемых решений по надстройке зданий

По результатам проделанной работы становится очевидным отсутствие практических и теоретических навыков на данную тематику, как в отечественной практике, так и в зарубежной. Согласно изложенной выше информации, а также на основании строительных норм и правил была составлена сводная таблица 3.2, основанная на расчетах с использованием технических и технологических способов производства работ с применением легких стальных тонкостенных конструкций.

Таблица 3.2 – Сводная таблица характеристик материала

№ п.п.	Наименование характеристики	Значение характеристики
1	Плотность	Плотность данных конструкций составляет 350 кг/м ³ , следствием чего является возможность устройства надстройки без усиления
2	Теплопроводность	Коэффициент составляет 0,045 Вт/(мхС), что благоприятно влияет на условия и качество проживающих людей.
3	Усадка	В зданиях, построенных из ЛСТК конструкций отсутствует усадка, благодаря маленькой плотности данного материала.
4	Морозоустойчивость	Количество переменных замораживаний и оттаиваний данного материала составляет 50 циклов, что не уступает иным материалам
5	Продолжительность строительства	С использованием ЛСТК появляется возможность круглогодичного строительства,
6	Стоимость строительства	Одним из наиболее важным достоинством применения данных технологий является стоимость строительства, которая составляет 18500 руб./1м ²

Согласно данным представленных в таблице, очевидно преимущество использования данных технических и технологических решений, благодаря которым, появляется возможность реконструкции зданий с внедрением современных технологий, решая множество аспектов надстройки.

На основании изложенных материалов были составлены технико-экономические показатели реконструкции жилого трехсекционного жилого дома:

1. Нормативные затраты труда рабочих: 663,35 чел.-час.
2. Продолжительность работ по графику - 21 день;
3. Выработка бригады из четырех человек в смену, определяется делением числового значения принятого в карте показателя конечной продукции на нормативные затраты труда рабочих и умножением на продолжительность рабочей смены: 13,5 м³/чел. - см.
4. Стоимость строительства составляет: 12,7 млн.

5. Площадь надстройки одного этажа 686 м².

Согласно технико-экономическим показателям становится очевидным преимущество использования данных технических и технологических решений при устройстве надстройки с применением ЛСТК, блочного заводского изготовления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе научно-исследовательской работы был выполнен комплекс мероприятий по:

1. Анализу существующего отечественного и зарубежного опыта реконструкции зданий в условиях стесненной городской застройки. Существующие технологии реконструкции жилых зданий в России и за рубежом несовершенны и характеризуются такими недостатками, как необходимость расселения жильцов, значительная трудоемкость и большие сроки выполнения работ, зависимость от погодных условий и другие.

Отечественная практика реконструкции зданий частично использует зарубежный опыт. При этом учитываются инженерно-геологические и климатические условия, подготовка трудовых резервов, выполняется их обучение, учитываются конструктивные и технологические особенности зданий, совершенствуется законодательная база.

В настоящий момент существует множество различных способов определения остаточной прочности, вид и степень деформации здания. Использование современных приборов для детального измерения деформаций дает возможность производить измерения с минимальной погрешностью, позволяющие с максимальной точностью определить дальнейшее назначение здания.

2. Разработке технологических и технических решений по реконструкции зданий, с устройством надстройки четырех этажей и пристройки наружных лифтовых блоков. Выполнен анализ использования технологических решений при различных технических условиях зданий, способы оценки несущей способности зданий, методика их усиления, на основании полученных данных, были разработаны и предложены способы усиления несущих конструкций.

Выполнены расчеты стен и простенков здания на фактические и проектируемые нагрузки, согласно которым нагрузка на здание увеличивается на 6%, так как, фундаменты здания не имеют видимых деформация, трещин сколов и т.д. необходимость в усилении фундаментов отсутствует.

3. Модернизации, совершенствованию и внедрению технических и технологических приемов надстройки зданий из блочных элементов, заводской готовности в условиях стесненной городской застройки до пяти этажей, на основании экспериментальных, теоретических и практических данных.

Выполнен сравнительный анализ с использованием легких стальных тонкостенных конструкций, согласно которому, очевидны преимущества данных конструкций в сравнении со строительством из наиболее часто используемых материалов. Выполнено экспериментальное исследование стальных тонкостенных конструкций на потерю устойчивости и дальнейшие деформации стоечных профилей. Составлена сводная таблица, с оценкой эффективности использования ЛСТК, подсчитаны технико-экономические показатели, с использованием предложенных методов реконструкции зданий, которые заключаются в отсутствии необходимости выселения жильцов, снижении трудоемкости, достигнуто сокращение сроков производства работ.

4. Результаты диссертационных исследований рекомендованы внедрению в производство в виде проектно-технологических разработок в составе ППР при реконструкции объектов и надстройке малоэтажных жилых зданий.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Аксенов, С. Е. Проектирование фундаментов зданий и сооружений : учеб. пособие : [для студентов спец. 270102.65 «Пром. и гражд. стр-во» и др.]; Федер. агентство по образованию, Арханг. гос. техн. ун-т. – Архангельск : Изд-во АГТУ, 2009.
2. Адам, Ф.М. Совершенствование технологии строительства модульных быстровозводимых малоэтажных зданий; Дис. канд. техн. наук. СПб.: СПбГАСУ, 2001.- 154 с.
3. Бадьин, Г.М. Технология реконструкции 5 этажных крупнопанельных зданий. Тезисы докладов международной НТК / В.В. Верстов, О.А. Тимощук; - Вильнюс, 1999. - С.235-239.
4. Бадьин, Г.М. Реконструкция 5-этажных крупнопанельных зданий. Тезисы докладов международной НТК / В.В. Верстов, О.А. Тимощук; - Новосибирск, 2000. - С. 28-34.
5. Бадьин, Г. М. Строительство и реконструкция малоэтажного энергоэффективного дома [Электронный ресурс]; – Санкт-Петербург : «БХВ-Петербург», 2011. – 432 с. : ил. – (Строительство и архитектура).
6. Бадьин, Г. М. Усиление строительных конструкций при реконструкции и капитальном ремонте зданий учеб. пособие для вузов; -М. : Изд-во АСВ, 2010. - 111 с.
7. Байдюк, А. П. Проблемы экологической безопасности в строительстве; // Жилищное строительство. – 2011. – № 3. – С. 78-80.
8. Булгаков С.Н. Реконструкция жилых зданий; -М.: Стройиздат, 1999- С. 47-63.
9. Доста В.В. Выбор рациональных организационно-технологических решений при реконструкции зданий; Дис. канд. техн. наук. -М.: МГСУ, 1998.- 155 с.
10. Иванов, Ю. В. Реконструкция зданий и сооружений: усиление, восстановление, ремонт: учеб. пособие для вузов; - Изд. 2-е, перераб. и доп. - М. : Изд-во АСВ, 2013. - 312 с.

11. Касьянов, В. Ф. Реконструкция жилой застройки городов : учеб. пособие для студентов по направлению 653500 «Строительство»; – Москва : Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2005. – 223 с. : ил. – Библиогр.: с. 220-221.
12. Кутуков, В.Н. Реконструкция зданий; - М.: Высшая школа, 1981. - 267 с.
13. Ахмедьянова, Л.В., Грошева Е.С. Архитектурно-композиционное решение фасадов при реконструкции жилых зданий // Молодежь и XXI век; – 2015.
14. Матвеев, Е.П. Технология реконструкции малоэтажных жилых зданий методом надстройки этажей из объемных блоков // Жилищное строительство; - 1998. - № 10.
15. Матвеев, Е.П. Теория, методы и технологии реконструкции жилых зданий различных периодов постройки. Дис. докт. техн. наук; -М.: МГСУ, 2000. - 48 с.
16. Михайлин, М. В. Выбор энергоэффективных технологий при реконструкции зданий. Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века; – 2010. – № 8. – С. 44-46.
17. Мензуренко, А.С. Механизация строительного-монтажных работ при реконструкции, модернизации и капитальном ремонте жилых зданий // Промышленное и гражданское строительство; - 1995,- №4,- С.30-31.
18. Миронов, Р.В. Организационно-экономическое обеспечение реконструкции жилых зданий с надстройкой мансардного этажа. Автореф. дис. канд. экон. наук.; Нижний Новгород: НГАСУ, 2000. - 21 с.
19. Нелепов, А.Р. Техническое решение облегченного мансардного этажа для жилых домов серии 1.335: Сб. тез. докладов науч.-техн. конф. Часть1; - Новосибирск: НГАС, 1996. - С. 31 - 32.
20. Нелепов, А.Р. Опыт реконструкции пятиэтажек первого поколения/СибАДИ // Жилищное строительство; - 1997. - № 7. - С. 19 - 22.

21. Орлов, В. А. Строительство и реконструкция инженерных сетей и сооружений; Академия - Москва, 2010. - 304 с.
22. Реконструкция и модернизация пятиэтажных жилых зданий первых массовых серий/Методические рекомендации. Под ред. Спивака, А.Н.; - М.: ЦНИИЭП жилища, 1988. - 52 с.
23. Коновалов, П.А. «Основания и фундаменты»; изд. 4-е перераб. И доп. – М, ВНИИТПИ, 2000 г.
24. Теличенко, В. И. От экологического и «зеленого» строительства – к экологической безопасности строительства // Промышленное и гражданское строительство; – 2011. – № 2. – С. 47-51.
25. Федоров, В. В. Реконструкция зданий, сооружений и городской застройки: учеб. пособие для вузов; - М. : ИНФРА-М, 2010. - 224 с..
26. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. – Введ. 2013-01-01. – М.: Минрегион России, 2011. (Актуализированная редакция). – 279 с.
27. СП 12-135-2003 Безопасность труда в строительстве. Отраслевые типовые инструкции по охране труда. – Введ. 2003-07-01. – М.: Госстрой России, 2003. – 171 с.
28. СП 48.13330.2011. Организация строительства. – Введ. 2011-20-05. – М.: Минрегион России, 2010. (Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004). – 21 с.
29. СП 52.13330.2011. Естественное и искусственное освещение. (Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*). – Введ. 2003-18-06. – М.: ФГУП ЦПП, 2011. – 74 с.
30. МДС 81-35.2004. Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации. – Введ. 2004-09-03. – М.: Госстрой России, 2004. – 67 с.
31. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. – Введ. 1999-11-06. – М.: ФГУП ЦПП, 2005.–74 с. – (Система нормативных документов в строительстве).

32. СП 50.13330.2012. Тепловая защита зданий. – Введ. 2003-01-10. – М.: ФГУП ЦПП, 2004. – 26 с. – (Система нормативных документов в строительстве).

33. СП 1.13130.2009. Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы. – Введ. 2009-05-01. – М. : МЧС России, 2009. - 42 с.

34. СП 20.13330-2011. Нагрузки и воздействия. – Введ. 2011-20-05. – М.: Минрегион России, 2011.(Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85*).–96 с.

35. Brumfield W.C. Gateway to siberia: the architectural heritage of Verkhoturue and Ekaterinburg/ Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Гуманитарные науки. 2017. Т. 10. № 5. С. 612-640.

36. Gdaniec C. Reconstruction in moscow's historic centre: conservation, planning and finance strategies - the example of the ostozhenka district/ GeoJournal. 1997. Т. 42. № 4. С.377-384.

37. Vechkanov G. Once Again on Producing Specialists of High and the Highest Qualification. Ekonomist [Economist]. 2014, no. 2, pp. 13—23. (In Russian).

38. Vlasenko L.V. Social and Economic Aspects of Reconstruction and Demolition of the Buildings of 1950—1960s. Sociology of the City. 2011, no. 3, pp. 45—51.

39. Posokhin M.M. Construction Branch of Russia: Modernization of Production and Rebirth of Standardized Design. Business Metropolis. Journal on Business. Expo-Park. 2014, pp. 10—12.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Планы этажей

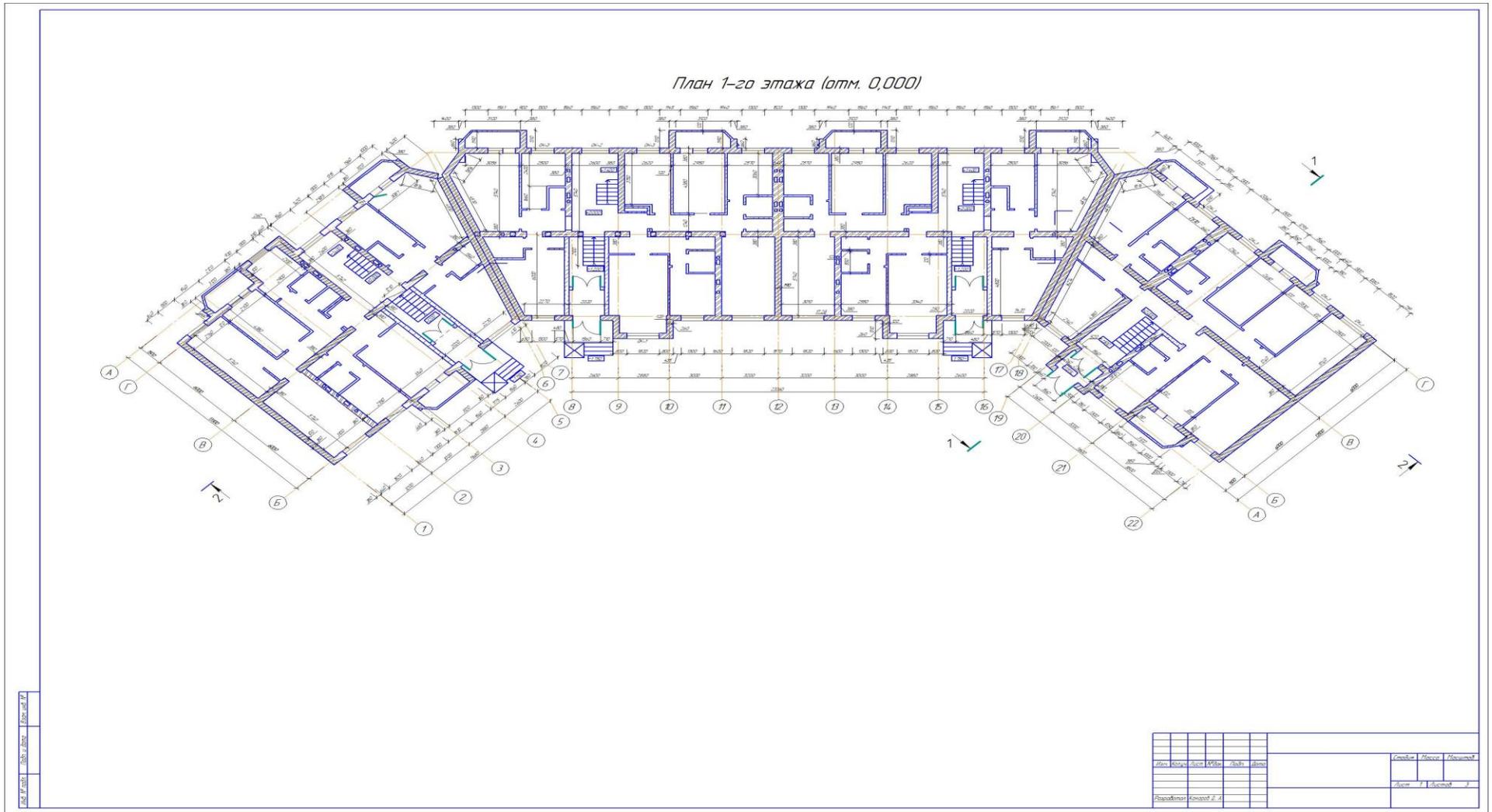


Рисунок П.А.1 – План первого этажа

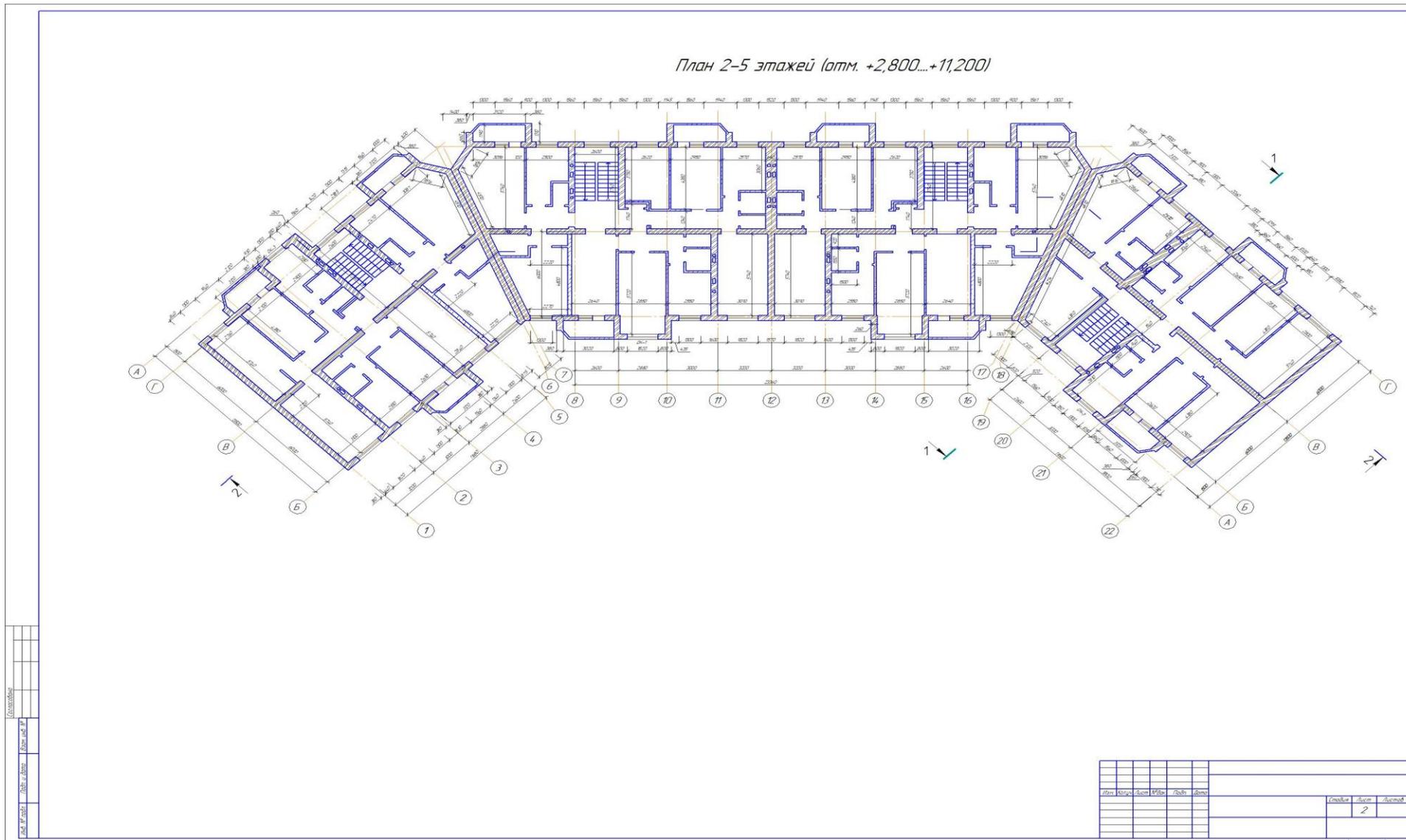


Рисунок П.А.2 – план типового (2-5) этажа

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Варианты усиления конструкций

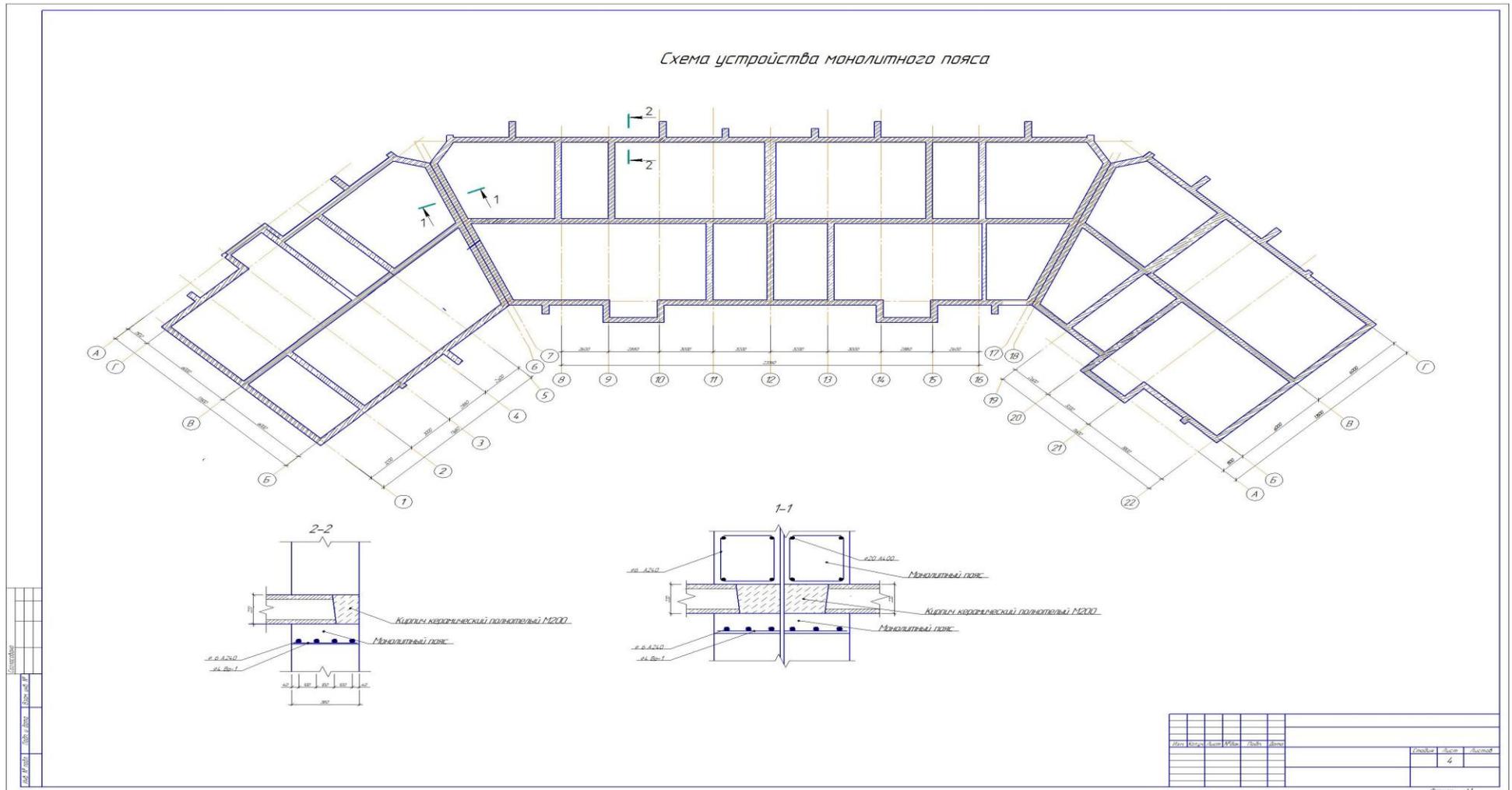


Рисунок П.Б.1 – Схема устройства монолитного пояса

