

КОНКУРСНЫЕ РАБОТЫ

УДК 624.042.7

ПЕРСПЕКТИВЫ РЕКОНСТРУКЦИИ ЖИЛОГО ФОНДА СРЕДНЕЙ ЭТАЖНОСТИ В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ АРК

А.З. Абдурахманов, студент гр. ПГС-, научный руководитель Е.В. Морозова, ст. преп. каф. МиДК

Реконструкция жилой застройки, являющаяся частью общих проблем развития города, направлена на обеспечение наилучших условий проживания, производственной деятельности и отдыха населения, на удовлетворение его материальных и духовных потребностей, создание благоприятной окружающей среды. Мероприятия по реконструкции тесно связаны с решением комплекса социально-экономических, архитектурно-планировочных и санитарно-гигиенических проблем.

Проекты реконструкции застройки городских участков, кварталов и микрорайонов должны учитывать современные требования градостроительной политики:

- увеличение плотности жилой застройки;
- создание новой номенклатуры объектов социально-бытовой инфраструктуры жилых массивов;
- соблюдение норм экологической безопасности;
- соблюдение карты инсоляции, освещенности зданий;
- придания градостроительному и архитектурному облику застройки индивидуальной выразительности, присущей данному региону, городу и местности.

Реконструкция жилого фонда должна проводиться с обязательным повышением потребительских качеств жилища, в том числе за счет:

- увеличения жизненного цикла домов на 35-40 лет;
- переоборудования и перепланировки квартир с целью повышения их комфортабельности;
- снижения эксплуатационных затрат на отопление на весь период жизненного цикла домов на 30-40% за счет повышения теплозащитных качеств ограждающих конструкций и создания домов с широким корпусом путем пристройки дополнительного пролета (до 18-20 м);

С целью определения градостроительной ценности существующей застройки рекомендуется группировка жилого фонда по капитальности домов, а потом в составе каждой группы по степени физического сноса. В соответствии со степенью пригодности для дальнейшей эксплуатации жилой фонд делится на следующие категории [1]:

- опорный фонд, который по своим качественным характеристикам может сохраняться на протяжении всего расчетного срока;
- фонд непригодный для проживания в связи с физическим или моральным износом или вследствие расположения в неблагоприятных условиях;
- фонд, который временно сохраняется и особой ценности не представляет, но на протяжении какого-либо времени может еще эксплуатироваться (старый, малоценный, физически и морально устаревший);
- аварийный фонд, расположенный в подвалах и приспособленных помещениях, а также в неблагоприятных горно-геологических условиях, в зонах санитарной вредности промышленных предприятий, в опасных зонах терриконов, на сдвижных, заболоченных и других участках.

Особую группу составляют дома первых массовых серий, постройки 50-80х годов. Нормативный срок проведения капремонта и реконструкции этих домов исчерпывается, однако значительная часть их имеет достаточный запас несущей способности, при практически полном моральном износе. Это говорит в пользу реконструкции таких домов, в ходе которой решаются вопросы сохранения существующего жилого фонда и его

восстановления, а также повышение уровня комфорта квартир и архитектурной выразительности застройки в целом. Учитывая расположение таких домов в центральных престижных кварталах заманчивым является получение дополнительных жилых площадей не на окраинах городов, а именно здесь. Таким образом, появляется возможность создавать новые жилые площади, которые целесообразны не только с учетом дефицита жилья, но и как возможный источник компенсации инвестиций в реконструкцию. Учитывая, что жилые дома первых массовых серий, часто размещенные в районах города, обеспеченных социальной, транспортной и инженерной инфраструктурой, продажа вновь созданных жилых площадей, сдача их в аренду может обеспечить инвесторам прибыль.

Анализируя ситуацию с жилым фондом в Автономной Республике Крым (АРК) можно сказать, что 4-5 этажные дома массовых серий 50-80 гг. составляют от 50% до 80% жилого фонда различных населенных пунктов АРК.

Однако следует помнить, что в соответствии с картой сейсмического районирования бывшего СССР (ОСР-78), около 12% территории Украины являются опасными в сейсмическом отношении. Кроме того, современная урбанизированная Украина становится все более уязвимой по отношению к сильным землетрясениям из-за роста плотности населения, усложнения инфраструктуры городов, ухудшения инженерно-геологических свойств грунтов в пределах промышленно-городских агломераций, создания огромных водохранилищ, строительства объектов повышенного риска (АЭС, хранилища токсичных веществ, газо- и нефтепроводов и др.) и т. д., что привело к необходимости пересмотра существующих оценок сейсмичности [2].

Таким образом, помимо обозначенных выше проблем, которые должны решаться в ходе реконструкции для условий АРК остро стоит вопрос обеспечения сейсмостойкости реконструируемых зданий.

1. МЕТОДЫ РЕКОНСТРУКЦИИ ЗДАНИЙ СРЕДНЕЙ ЭТАЖНОСТИ

Проблема реконструкции этих домов должна решаться на основе приобретенного опыта реконструкции в нашей стране, ближнем зарубежье и за рубежом. Для подготовки научной основы проведения реконструкции домов и повышение качества среды районов массового жилищного строительства 50-80 лет важно изучить и обобщить значительный опыт таких городов, как Москва, Санкт-Петербург, Киев, Рига, а также опыт таких стран, как Франция, Германия, Англия, Дания, где реконструкция данных районов получила наибольшее развитие [3, 4, 5, 6].

Особенностью развития строительства за границей есть то, что рядом с новым строительством и ремонтно-восстановительными работами, расширяются объемы реконструкции зданий и сооружений. Так, в США объем средств, которые выделяются на перестройку жилых домов, возрос за период с 1987 года по 1990 год на 20% и в 1992 году был равный затратам на новое строительство. Эта тенденция характерна и для Японии, где большое внимание уделяют восстановлению зданий. За период с 1986 года по 2005 год объем нового строительства в этой стране составил на 20% меньше, чем за предшествующие 15 лет. Во Франции к середине 1993 года (за 23 года) завершена реконструкция всего пятиэтажного фонда домов первого послевоенного поколения, которая повысила его потребительские качества и тепловую эффективность в 1,5-2 раза и преобразила вид городской застройки. Реконструкция и модернизация застройки выполнялась в рамках государственной программы "NLV". В 1993 году было принято постановление Правительства объединенной Германии "Об экономии тепловой энергии". На данное время проводится массовая реконструкция промышленных домов на территории бывшей ГДР. Значительные работы по реконструкции, включая утепление домов и надстройку мансардных этажей, проводятся в Дании, Финляндии, Словении и других Европейских странах. Таким образом, стратегический курс на реконструкцию жилых домов, в особенности промышленного производства первых массовых серий, в последние 8-10 лет занимает одно из главных мест в жилищной политике всех европейских стран.

Анализ существующего опыта проведения реконструкции домов позволил сформулировать основные способы ее реализации:

- реконструкция домов без отселения жильцов;
- реконструкция домов с отселением жильцов;
- снос существующих домов, переселение жильцов и строительство нового жилья на месте снесенного.

Учитывая недостаточность аварийного фонда и необходимость резкого увеличения объемов реконструкции, наиболее перспективна в нашем регионе реконструкция без отселения. При этом возможны различные схемы:

в кварталах с плотной застройкой, где по архитектурно-градостроительным соображениям невозможно значительное повышение этажности, реконструкция может быть ограничена капитальным ремонтом с сооружением эркеров, лоджий и мансардных этажей;

в кварталах менее плотной застройки, где имеется возможность расширения существующих корпусов, может быть использована смешанная система каркасно-панельной застройки с пристройкой и надстройкой дополнительных объемов;

при возможности радикальной надстройки до 12-16 и более этажей использовать метод «Фламинго», когда надстраиваемая часть не передает нагрузки на существующую;

смешанный вариант — часть надстраиваемого здания опирается на самостоятельные опоры, часть — на существующее здание при достаточной несущей способности его конструкций.

Начало эксперимента по реконструкции жилых домов первых массовых серий застройки было положено в нашей стране и в Российской Федерации еще в 1970-х годах. Позднее возобновились эти работы в середине 90-х годов и на данное время проводятся во всех городах Украины.

Проблемой реконструкции зданий методом надстройки на самостоятельных опорах занимались в Крымском регионе. В частности институтом «КрымНИИпроект» в 1970-х годах были проведены ряд комплексных исследований с целью выявления новых эффективных способов преобразования городов Крыма, в результате чего были разработаны предложения по надстройке малоэтажных зданий методом «Фламинго» и сформулированы следующие градостроительные последствия применения метода «Фламинго»[7]:

- существенно увеличится эффективность использования городской территории путём увеличения плотности жилого фонда;

- изменится очерёдность преобразования города с учётом возможностей надстройки зданий одновременно с застройкой свободных территорий и сносом малоценного жилого фонда;

увеличится реальный выход жилого фонда при исчерпанных резервах свободных территорий города.

В то время появился некоторый опыт практического применения метода «Фламинго»: с применением железобетонных конструкций были надстроены дома в Симферополе (рис. 1.1). Были разработаны проектные предложения по реконструкции квартала № 77 по ул. Севастопольской в г. Симферополе с надстройкой малоэтажных зданий.

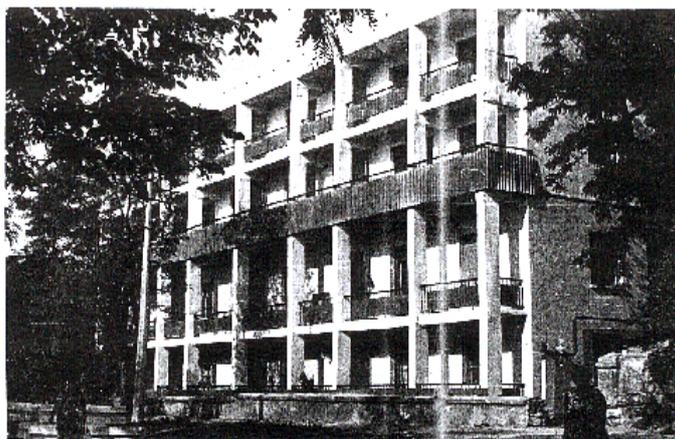


Рис. 1.1. Реконструкция двухэтажного жилого дома по ул. Тургенева в г. Симферополе (1974 г.) методом надстройки двух этажей.

С применением металлических конструкций реконструирован двухэтажный спальный корпус санатория им. Пальмиро Тольятти (рис.1.2) в районе большой Ялты.

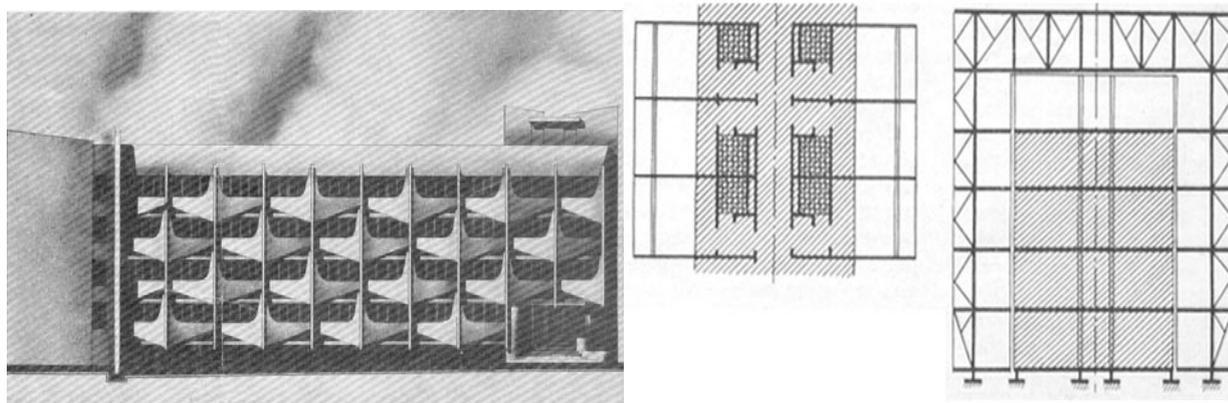


Рис. 1.2. Реконструкция здания санатория им. Пальмиро Тольятти.

В г. Ереване были надстроены жилые дома:

- по ул. Саят-Нова, где три трёхэтажных здания были надстроены четырьмя этажами (рис. 1.3.);
- по ул. Ханджана односекционный трёхэтажный дом надстроен шестью этажами;
- по пер. Баракутяна надстроены два одноэтажных жилых дома, объединённые семизэтажной надстройкой.(рис. 1.4.).



Рис. 1.3. Реконструкция жилого дома в г. Ереване по пр. Саят-Нова.



Рис. 1.4. Реконструкция жилого дома в г. Ереване по пер. Баракутяна.

В данное время существуют интересные предложения для сейсмических районов по реконструкции жилого малоэтажного фонда методом надстройки типа “Фламинго”, разработанные в Киевском государственном техническом университете строительства и архитектуры (КГТУСА) [8] под руководством М.М. Жербина (рис.1.5). Предложения основаны на новой концепции модернизации существующих зданий с надстройкой их до любого количества этажей, в том числе и массовых типовых, с использованием для основных несущих конструкций эффективных легких стальных конструкций [6].

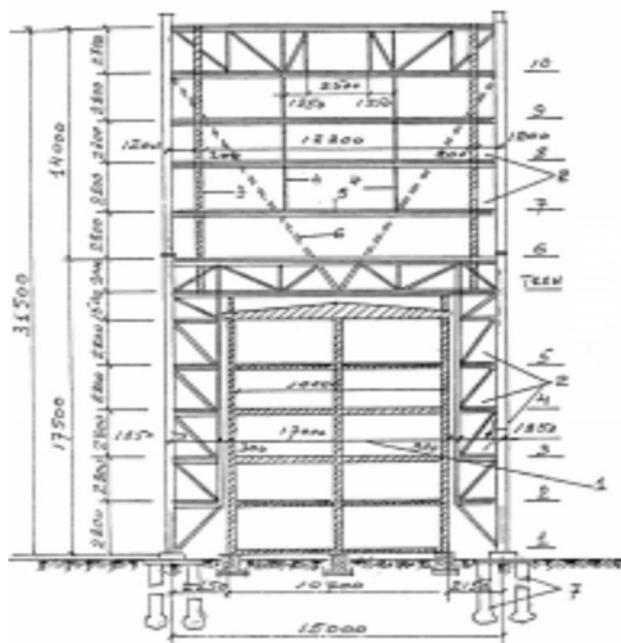


Рис. 1.5. Конструктивное решение несущей рамы надстройки из легких стальных конструкций предложенное КГТУСА.

В Российской Федерации в настоящее время одним из основных центров по научным исследованиям и практической реконструкции малоэтажной жилой застройки является Новосибирск, в муниципальной собственности которого 26 млн. м² жилья. Из них— 46% нуждается в капитальном ремонте и реконструкции[9].

Примером является осуществляемый в Новосибирске проект реконструкции по смешанной схеме жилого дома по ул. Октябрьской. Над 4-х этажным существующим домом возведены два этажа и мансарда (рис.1.6).Реконструкция осуществляется без отселения жильцов и без привлечения бюджетных средств. При реконструкции дома на практике реализован принцип теплоснабжения надстраиваемой части за счет экономии тепла при утеплении существующей.



Рис. 1.6. Реконструкция жилого дома в г. Новосибирске по ул. Октябрьской.

В другом примере практической реализации реконструкции жилых зданий осуществлены нестандартные технические решения по усилению грунтов основания как

прямыми, так и наклонными сваями. Система вертикальных колонн, установленных на консолях буронабивных свай и с помощью скользящего шарнира прикрепленных к стенам, обеспечивает эффект обоймы и меняет расчетно-конструктивную схему наружных стен, что исключает дальнейшие их деформации и трещинообразование (рис.1.7). При этом масса надстраиваемого здания увеличивает этот эффект. Для усиления центральной внутренней стены использована технология горизонтального прокола. Разработаны и внедрены технические решения по устройству перекрытия под существующей кровлей, с изменением стропильной системы с оригинальной системой включения лежней в работу. Впервые в Новосибирске сооружаются наружные приставные лифты. Проект надстройки многоэтажного здания обеспечивает прирост площадей на 75% и может быть реализован без отселения жильцов.

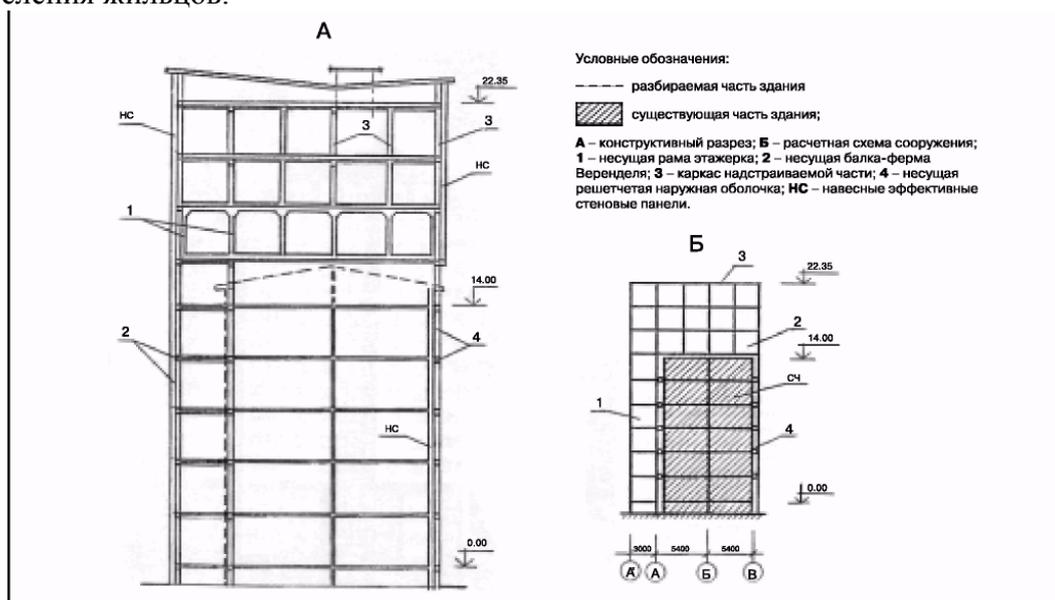


Рис. 1.7. Конструктивное решение надстройки с эффектом обоймы.

Представлены конкретные предложения по вариантам конструкторских разработок модернизации и реконструкции панельных жилых домов. Так серия 1-468 при реконструкции позволяет получить более высокие эксплуатационные характеристики (рис.1.8):

- увеличить жилую площадь за счет уширения корпуса здания до 3 м при демонтаже наружных панелей, имеющих значительный износ (до 60%);
- надстроить здание до 3-х этажей с мансардой без усиления внутренних стен, и до 9 этажей — с применением наружного каркаса и решетчатой оболочки;
- выполнить устройство фундаментов под несущий внешний каркас в виде буронабивных и буронабивных свай;
- изменить планировочные характеристики жилых домов после реконструкции практически полностью отвечают современным требованиям, предъявляемым к проектам жилых домов.

В Национальной академии природоохранного и курортного строительства также накоплен определенный опыт разработки и внедрения проектов по реконструкции домов средней и малой этажности методом их надстройки. Так кафедрой «Железобетонных конструкций» совместно с Ялтинским филиалом ПКТИ «Крымпроектреконструкция» разработан проект надстройки четырёхэтажного дома до шести этажей методом «Фламинго». Два надстраиваемых этажа опираются на железобетонные пилоны. По рекомендациям и техническим решениям кафедры «Железобетонных конструкций» выполнены реконструкции гостиницы «Времена года» с надстройкой двух этажей и пяти корпусов с надстройкой мансарды в бывшем НИИ им. Сеченова в г. Ялта. Кафедрой «Металлических и деревянных конструкций» было выполнено вариантное проектирование конструктивного решения надстройки для реконструкции двухэтажного здания размерами

15x135 м. в плане в г. Евпатория, проект которой разрабатывался ГПИИ «Крымпроектреконструкция». Планировалась надстройка двух этажей с мансардой. Было предложено два варианта надстройки с верхним и нижним несущим остовом. Для дальнейшей разработки был принят вариант с нижним несущим остовом, как обладающий меньшим расходом стали.



Рис. 1.8. Перспективный фасад домов серии 1-468 после реконструкции.

Следует отметить, что основная масса приведенных выше примеров относилась к несейсмически активным районам. Надстройки выполненные в сейсмически активных районах (Ереван, Новосибирск) выполнялись в основном с применением железобетонных конструкций. При этом надстройки получались тяжелые и трудоемкие, а архитектурная выразительность фасадов зданий после реконструкции оставляла желать лучшего. Считаю, что применение надстроек на самостоятельных опорах типа «Фламинго», выполненные в металлическом каркасе, позволит решить комплекс проблем связанных с реконструкцией жилых зданий массовой серии 50-80 годов в том числе и в сейсмически активных районах. При этом существует широкий выбор архитектурных решений фасадов, значительное увеличение полезных площадей за счет возможности возведения многоэтажных надстроек, обеспечения сейсмостойкости как реконструируемого здания так и надстройки, и полученного сооружения после реконструкции. Все это имеет большое значение при реконструкции таких зданий в АРК. В следующем разделе работы рассмотрены конструктивные решения надстроек и их отдельных элементов.

2. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ НАДСТРОЕК ТИПА «ФЛАМИНГО» ДЛЯ РЕКОНСТРУКЦИИ ЖИЛОГО ФОНДА

Исследования, проводимые в направлении применения надстроек типа «Фламинго» для реконструкции зданий в Крымском регионе, позволили произвести классификацию надстроек и определить основные принципы по выбору конструктивных решений и материалов[7].

Основной задачей конструктивных решений при надстройке здания методом «Фламинго» является обеспечение передачи всех нагрузок на основание без нарушения состояния и условий работы существующих несущих конструкций надстраиваемого здания.

По функциональному назначению конструктивные элементы надстройки можно подразделить на три группы (рис.2.1):

- верхняя часть остова – несущие конструкции, размещаемые выше надстраиваемого здания и обеспечивающие непосредственное восприятие, перераспределение и передачу нагрузок от надстройки на опорные конструкции;

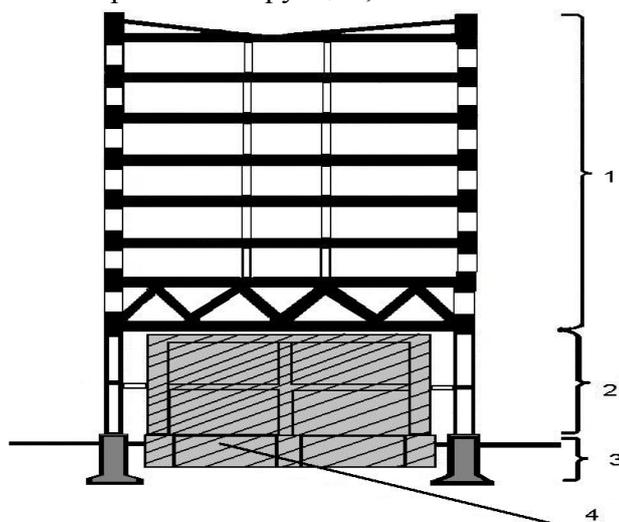


Рис 2.1. Основные функциональные группы несущих конструкций надстройки.: 1 – верхняя часть остова; 2 – надземные опорные конструкции; 3 - подземные опорные конструкции; 4 – надстраиваемое здание.

- надземные опорные конструкции (колонны), размещаемые в пределах высоты надстраиваемого здания и воспринимающие все нагрузки от надстройки;

- подземные опорные конструкции (фундаменты), обеспечивающие передачу нагрузок от надземных опорных конструкций на основание.

Подземные и надземные опорные конструкции могут иметь различные конструктивные решения в зависимости от конкретных условий работы, наличия материалов, оснащённости строительной базы [7].

2.1. ВЕРХНЯЯ ЧАСТЬ ОСТОВА

Верхняя часть остова может решаться однородной (рис.2.2), выполненной по единой конструктивной схеме на всю высоту надстройки или неоднородной (рис.2.3), состоящей из двух или более различных конструктивных схем.

Однородное решение верхней части остова возможно применением рамной (рис.2.2, а), рамно-связевой (рис.2.2, б) и шарнирно - стержневой схем (рис.2.2, в).

При неоднородном решении верхней части остова возникает необходимость в одном или нескольких усиленных элементах, которые являются опорой для промежуточных вертикальных несущих элементов (колонн), не имеющей другой опоры и фундамента. Усиленные, как правило, большепролётные элементы могут выполняться в виде ферм, балок-стенок, структур и т. п. с предварительным напряжением. В случае, если устраивается технический этаж, большепролётные элементы могут быть развиты на всю высоту этажа. Расположение усиленных элементов может предусматриваться в уровне нижнего или верхнего этажа надстройки [7].

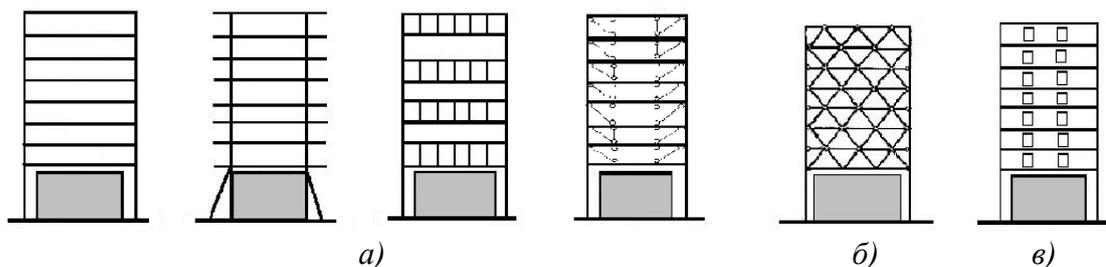
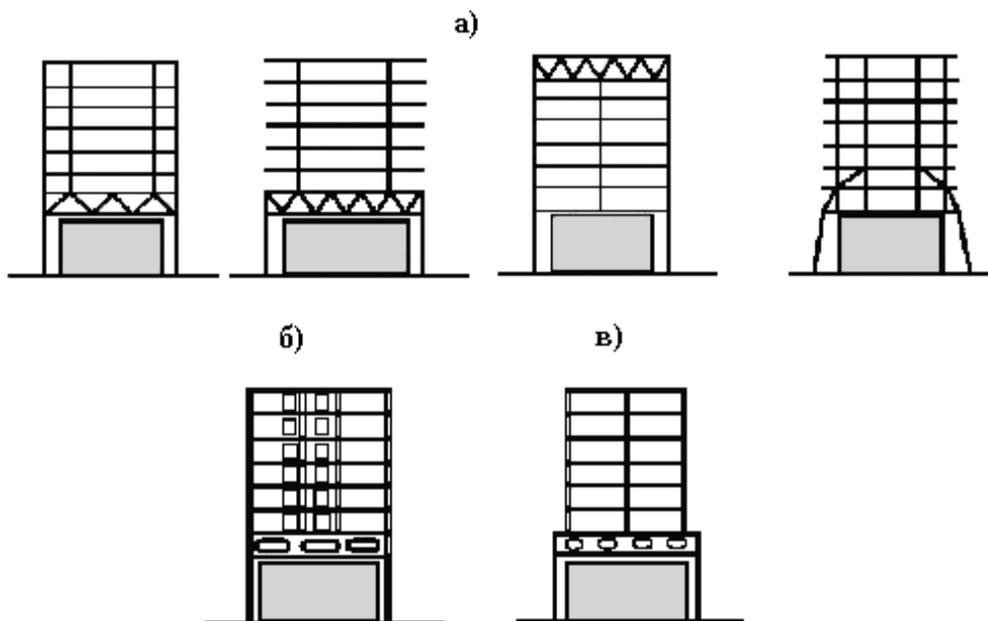


Рис.2.2 Схемы однородного решения верхней части остова: а) рамные каркасные системы; б) шарнирно-стержневая каркасная система; в) балки стенки с проёмами.



**Рис. 2. 3. Схемы неоднородного решения верхней части остова:
а) каркасная система; б) панельная система; в) каркасно-панельная система.**

2.2. НАДЗЕМНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

В зависимости от расположения опорных стоек по отношению к существующему зданию, можно выделить три типа надстроек методом “Фламинго” по виду надземной конструкции (рис. 2.4):

- с наружным расположением всех опорных стоек;
- с частичным расположением опорных стоек внутри габаритов надстраиваемого здания;
- с внутренним размещением всех опорных стоек.

Для обеспечения автономной передачи нагрузок на основание, все несущие конструкции надстройки, как правило, должны располагаться вне габаритов надстраиваемого здания, что улучшает условия производства работ, уменьшает трудоёмкость и повышает сохранность надстраиваемого здания. Такая задача может быть решена путём применения одного или нескольких поперечных большепролётных (12 – 20 м) элементов (см. рис. 2.2 и 2.3)

Размещение опорных несущих конструкций надстройки частично или полностью в пределах габарита надстраиваемого здания допускается в следующих случаях:

- при надстройке здания, расположенного по красной линии застройки;
 - при ширине надстраиваемого здания более 13 м;
 - при полной или частичной замене перекрытий надстраиваемого здания во время капитального ремонта;
 - при возможности установки опорных стоек в местах разбираемых печных дымоходов надстраиваемого здания;
 - при необходимости сохранить без изменений фасад надстраиваемого здания.

Минимальное расстояние между опорами надстройки и стенами существующего здания определяется возможностью размещения фундаментов надстройки и составляет $A=1,2 - 2,0$ м (см. рис. 2.4) в зависимости от величины передаваемой нагрузки, несущей способности грунта и типа фундамента [10].

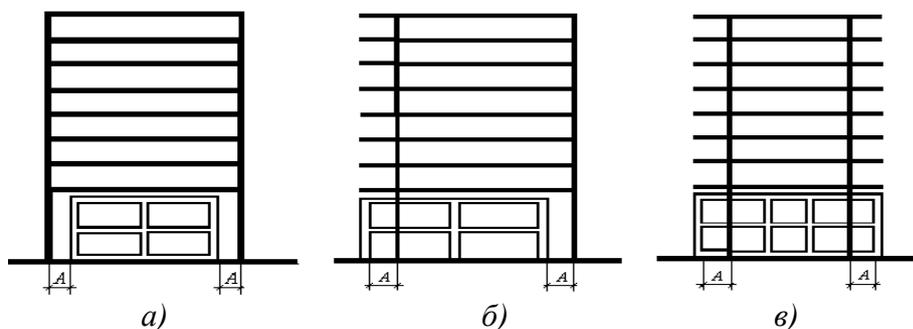


Рис.2.4. Схемы различных типов надстройки в зависимости от размещения опорных стоек:

а) с наружным расположением; б) с частичным размещением внутри габаритов надстраиваемого здания; в) с внутренним расположением.

Шаг продольных стоек в продольном направлении назначается в соответствии с планировочным шагом и ритмом оконных проёмов надстраиваемого здания с учётом применяемой конструкции перекрытий.

По степени сборности несущие конструкции можно подразделить на 3 вида:

- сборные (железобетонные либо металлические);
- сборно – монолитные;
- монолитные.

Определение степени сборности зависит от оснащённости строительной базы материалами и механизмами, наличия и развития предприятий по изготовлению строительных изделий, сроков строительства и условий строительной площадки (плотности застройки на участке, наличия вблизи надстройки линии электропередач или сохраняемых многолетних зелёных насаждений и т. п.).

Сборные конструкции выполняются из типовых или индивидуальных сборных железобетонных или металлических элементов.

Возведение надстроек из сборных железобетонных конструкций возможно только при условии использования кранового оборудования.

Сборно-монолитные несущие конструкции применяются в тех случаях, когда параметры планировочной сетки надстройки не соответствуют конструктивным размерам типовых сборных элементов. В этих случаях несущие элементы выполняются с использованием сборных изделий, промежутки между которыми армируются и заполняются по месту монолитным бетоном, что даёт возможность в этих условиях свести к минимуму “мокрые” процессы на стройплощадке.

Применение монолитных конструкций рекомендуется в стеснённых условиях строительства, препятствующих использованию тяжёлых подъёмных механизмов, а также в случаях необходимости производства строительных работ без отселения жильцов из надстраиваемого здания.

Применение стальных несущих конструкций способствует снижению срока строительства, стоимости возведения надстройки, количеству единиц используемой строительной техники, решает вопрос возведения надстройки в стеснённых условиях, а также способствует проведению монтажа без оселения жильцов.

В конструктивной системе надстройки (в основном это относится к возведению надстройки из металлических конструкций) можно выделить две основные взаимодействующие подсистемы несущих конструкций – горизонтальные и вертикальные конструкции.

Горизонтальные конструкции (плиты и балки перекрытий, горизонтальные связи) обеспечивают неизменяемость системы в плане, передают приложенные к ним нагрузки на вертикальные конструкции и участвуют в пространственной работе всей системы, вступая в роли распределительных горизонтальных диафрагм, а также препятствуя взаимному сдвигу неодинаково нагруженных вертикальных элементов.

Вертикальные конструкции (колонны, рамы, диафрагмы и стволы жёсткости) выполняют в системе главные несущие конструкции, воспринимая в конечном счёте все приложенные к ней нагрузки и передавая их на фундамент.

2.3. ПОДЗЕМНЫЕ ОПОРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

Подземные опорные конструкции надстроек методом “Фламинго” должны обеспечивать передачу нагрузки от опорных стоек на основание в условиях близко расположенных фундаментов надстраиваемого здания и разных сроков их возведения.

Конструкция фундаментов надстройки должна обеспечить, при возведении и эксплуатации их, полное сохранение состояния основания под фундаментами надстраиваемого здания. Наилучшим образом эта цель достигается применением монолитных и некоторых видов сборных свайных фундаментов. Кроме того, возможно применение столбчатых и, в особых случаях, - ленточных фундаментов. Монолитные свайные фундаменты из буронабивных свай (рис.2.5) рекомендуется применять при большой (более 100 т) нагрузке на фундаменты и при глубоком (более 4 – 5 м) залегании несущего слоя грунта [7]. При устройстве буронабивных свай бурение скважин должно осуществляться буровыми установками вращательного действия предпочтительно сухим способом. Во избежание нарушения состояния основания под существующими фундаментами, применение буровых установок ударного действия не допускается.

Сборные свайные фундаменты могут применяться только в тех случаях, когда технология погружения свай обеспечивает сохранность состояния основания под фундаментами надстраиваемого здания. К таким видам относятся фундаменты из сборных свай, погружаемых вдавливанием или ввинчиваем. Применение для надстроек методом “Фламинго” фундаментов из забивных свай всех конструкций недопустимо.

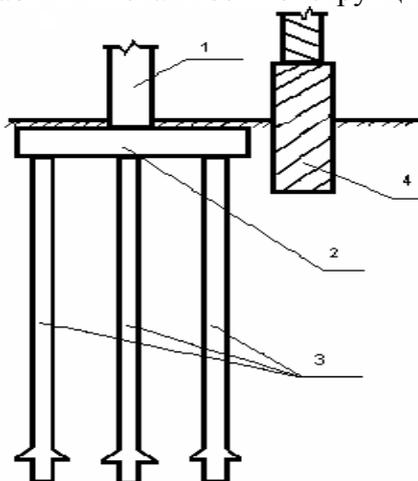


Рис.2.5. Монолитные свайные фундаменты:

1 - стойка; 2 - ростверк; 3 - сваи с уширенной пятой.

Столбчатые фундаменты рекомендуется применять, когда нагрузка на фундамент не велика, а несущие слои основания расположены неглубоко от поверхности земли (рис. 2.6).

Проектирование столбчатых фундаментов следует вести с учётом влияния фундаментов надстраиваемого здания.

В этом случае необходимо учитывать:

- расстояние между фундаментами надстройки и надстраиваемого здания;
- глубину заложения существующих фундаментов;
- нагрузку на основание от надстраиваемого здания.

Глубину заложения столбчатых фундаментов надстройки рекомендуется принимать не менее глубины заложения существующих фундаментов.

Столбчатые фундаменты надстроек рекомендуется опирать на искусственное основание, ограниченное железобетонным или металлическим кольцом (рис.2.6) , применение которого даёт ряд преимуществ:

- уменьшается общая величина осадки надстройки;
- при большой глубине заложения фундамента уменьшается длина подколонной части фундамента;
- уменьшается длина оголяемой части существующего фундамента; увеличивается устойчивость стенок выемки под фундамент, что ограничивает вероятность выпирания грунта из – под фундаментов надстраиваемого здания;
- улучшаются условия производства работ по бетонированию фундамента при высоком уровне грунтовых вод (выше залегания несущего слоя грунта).

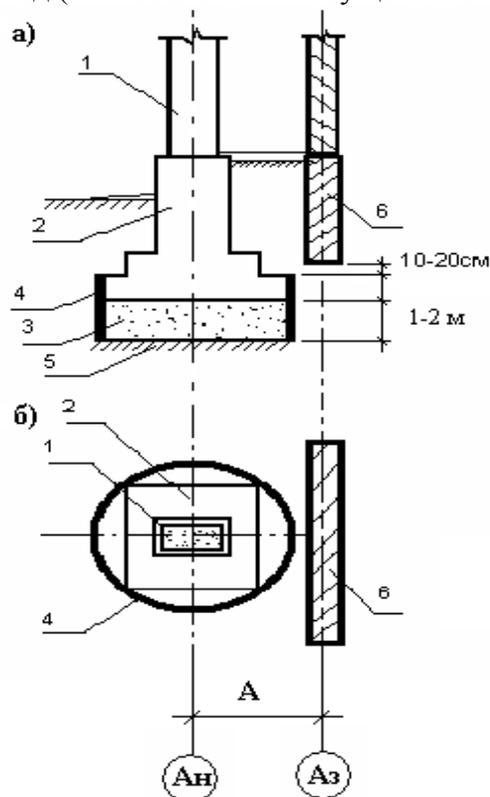


Рис.2.6. Столбчатый фундамент с кольцом:

а) разрез; б) план; 1- стойка; 2 - столбчатый фундамент; 3 - искусственное песочное основание; 4 - железобетонное кольцо; 5 - естественное основание; 6 - существующий фундамент.

Низ кольца столбчатого фундамента (см. рис. 2.6) на искусственном основании должен доходить до несущего слоя основания, а верх – располагаться не менее, чем на 10 – 20 см выше подошвы фундамента надстраиваемого здания. Пространство внутри кольца заполняется песком, на который устанавливается столбчатый фундамент. При выполнении столбчатого фундамента из монолитного железобетона во избежание схватывания его с песком необходимо проложить 1 – 2 слоя толя [10]. Толщину кольца следует назначать из расчёта его на растяжение от бокового давления грунта внутри кольца. При устройстве ленточных и столбчатых фундаментов производство работ должно быть организовано таким образом, чтобы существующий фундамент одновременно оголялся на участке, длиной не более 2 метров. Устройство выемки на новом участке разрешается выполнять только после обратной засыпки и трамбовки грунта на предыдущем участке. При устройстве фундаментов на искусственном основании выемку грунта можно производить без временного крепления стенок котлована. Для этого кольцо опускают на проектную отметку под действием собственного веса или с дополнительным пригрузом, выбирая грунт изнутри кольца.

2.4. СОПРЯЖЕНИЕ НАДСТРОЙКИ И СУЩЕСТВУЮЩЕГО ЗДАНИЯ

Возможны несколько вариантов сопряжения надстройки и существующего здания (рис. 2.7).

В отдельных случаях, когда при разработке существующей крыши уменьшение нагрузки на здание соответствует величине полезной нагрузки на перекрытие, допускается переоборудование чердачного перекрытия в междуэтажное с устройством встроенного этажа, нагрузка от которого полностью или частично передаётся на существующее здание.

При полной передаче нагрузки наружные стены существующего здания наращиваются на всю высоту этого этажа (рис.2.7.а).

При частичной передаче нагрузки на существующее здание, стены встроенного этажа опираются на несущие конструкции надстройки (рис.2.7.б).

При возведении надстройки, не совмещаемой с ремонтом и, особенно, в тех случаях когда надстройка выполняется без отселения из надстраиваемого здания дома, рекомендуется дублирование перекрытий надстройки и существующего здания (рис.2.7.в).

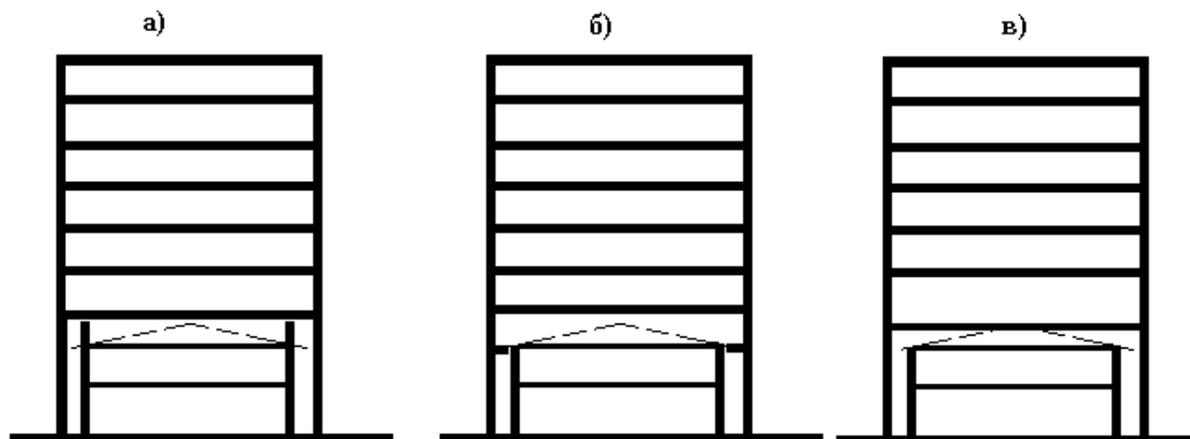


Рис.2.7. Схемы сопряжения надстройки с существующим зданием:

- а) со встроенным этажом и полной передачей его нагрузки на существующее здание; б) со встроенным этажом и частичной передачей его нагрузки на существующее здание; в) с дублированием перекрытия.**

Для предотвращения передачи нагрузки на существующее здание при осадке и деформации несущих элементов надстройки, вновь возводимая часть здания должна отделяться от существующего по всем поверхностям контактов горизонтальными и вертикальными осадочными швами.

Конструкция осадочных швов должна обеспечивать их непродуваемость, но не должна препятствовать возможным деформациям конструкции.

Расчётная толщина горизонтальных осадочных швов должна приниматься с учётом возможной осадки надстройки, а также деформации и строительного подъёма горизонтальных несущих элементов (ригелей и прогонов).

Вертикальные осадочные швы между опорными стойками и стенами надстраиваемого здания предлагается выполнять в виде шарнирно - подвижных связей или со свободным скольжением (рис. 2.8).

Опорные стойки надстройки, проходящие внутри габаритов надстраиваемого здания, необходимо отделить от примыкающих конструкций существующего здания вертикальными осадочными швами. Для этого, при прохождении опорных стоек через существующие перекрытия, стойки должны заключаться в гильзы, выполняемые из кровельной стали.

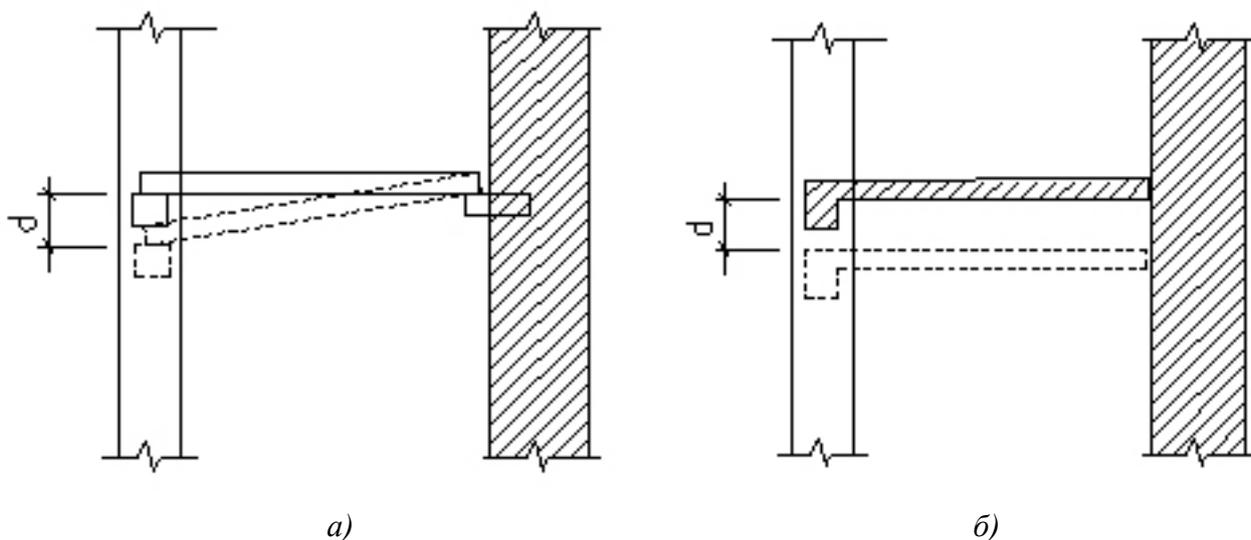


Рис.2.8. Конструкции осадочных швов:

- а – вертикальный осадочный шов между перекрытием надстройки и существующей стеной в виде шарнирно-подвижной святы;
- б - вертикальный осадочный шов между перекрытием надстройки и существующей стеной со свободным скольжением

2.5 ВЫБОР КОНСТРУКТИВНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ НАДСТРОЕК ТИПА “ФЛАМИНГО”

2.5.1 Несущие конструкции

Проектирование несущих конструкций надстроек связано прежде всего с выбором материала. Свойства стали и железобетона общеизвестны, однако в высотных зданиях и если это строительство ведётся в сейсмическом районе применение стальных несущих конструкций имеет ряд дополнительных преимуществ по сравнению с железобетонными, а именно:

- относительно меньший удельный вес, в связи с чем уменьшаются усилия в конструкциях, снижается стоимость фундаментов, появляется членения конструкции на монтажные элементы более крупных размеров, что в сочетании с более высокой точностью изготовления и простотой монтажных соединений позволяет ускорить возведение надстройки;

- конструктивные удобства для прикрепления ограждающих конструкций и инженерных коммуникаций, а также возможность размещения последних в пределах габаритов колонн и строительной высоты перекрытий;

- меньшие размеры сечения колонн (в некоторых случаях они могут быть полностью скрыты в стене), что улучшает использование помещений;

- возможность создания (без резкого увеличения расхода материала) большепролётных перекрытий, допускающих более свободную планировку и трансформацию помещений, что приводит к снижению эксплуатационных расходов;

- широкий выбор прокатных и гнутых профилей и возможность создания сечений различной конструктивной формы;

- возможность возведения каркаса в стеснённых условиях и без применения большого количества подъёмных механизмов;

- возможность возведения здания с применением вертолёт (особенно эффективно при возведении надстроек в центре больших и средних городов);

- быстрый монтаж каркаса без отселения жильцов;

- возможность внедрения новых технологий по сейсмозащите зданий.

Недостатки стальных конструкций – малая огнестойкость и подверженность коррозии – эффективно устраняются с помощью защитных мероприятий, стоимость которых составляет 1 – 2 % стоимости здания.

Основное преимущество железобетона состоит в том, что его применение обеспечивает более высокую огнестойкость здания.

При поиске более экономичных конструктивных решений инженеры часто используют сочетание положительных свойств стали и бетона. Так, в смешанных решениях одни элементы системы выполняются из стали, а другие – из железобетона. Например, в зданиях с чисто стальным каркасом плиты перекрытий почти всегда железобетонные, а для обеспечения жёсткости здания нередко используют железобетонные диафрагмы и стволы. В зданиях с железобетонным каркасом отдельные наиболее нагруженные элементы (колонны нижних этажей, ригели больших пролётов) часто делают стальными. В сейсмоактивных районах особенно эффективно использовать железобетонные конструкции с жесткой арматурой, что позволяет одновременно повысить сейсмостойкость, надежность и огнестойкость несущих конструкций надстройки.

2.5.2. Ограждающие конструкции

Основные функции ограждающих конструкций обусловлены санитарно-гигиеническими и эстетическими требованиями, протопожарной защитой, долговечностью здания и его оборудования. Особенно важны теплоизоляционные функции ограждений. Вместе с тем некоторые ограждающие конструкции (перекрытия, стенки лифтовых шахт и лестниц) выполняют ответственные несущие функции, не только воспринимая приложенные к ним нагрузки, но и участвуя в общей пространственной работе конструктивной системы здания.

В каркасных многоэтажных зданиях участие стен в общей работе несущей системы обычно не предусматривается. Такие стены проектируются ненесущими и воспринимают лишь местные нагрузки в пределах отдельных этажей (собственный вес, ветровая нагрузка, температурные воздействия), передавая их вес на каркас. Это упрощает унификацию стеновых ограждений, позволяет использовать для них лёгкие материалы небольшой прочности, увеличивает композиционные возможности архитектурного оформления здания.

Существует несколько вариантов выполнения наружных стен в надстройках:

- в виде кладки толщиной 25-40 см из эффективного кирпича или лёгких керамических и бетонных камней с поэтажным опиранием на ригели перекрытий;

- из лёгкобетонных панелей толщиной 20-30 см или многослойных панелей толщиной 12-20 см, состоящих из плоских или профилированных обшивок (азбестоцементных, металлических, пластмассовых), эффективного утеплителя и пароизоляции с тонкой внешней облицовкой из керамических плиток, натурального камня или с защитным цветным покрытием;

- в виде витражей из стекла и непрозрачных листовых обшивок, заполняющих лёгкий каркас, подвешенный к несущим конструкциям здания на каждом этаже или через несколько этажей.

- в виде кладки из природного камня (известняк, ракушечник), выполненные в половину камня с опиранием на ригели перекрытий с облицовкой снаружи эффективным утеплителем и декоративной штукатуркой.

Последнее конструктивное решение особенно эффективно в случае применения при реконструкции в АРК и позволяет:

- использовать местный естественный камень;
- уменьшить массу ограждающих конструкций;
- улучшает теплозащитные свойства;

Для внутренних стен и перегородок применяют следующие конструктивные решения:

- кладку толщиной 10-25 см из эффективного кирпича или гипсовых плит, при необходимости с внутренним слоем звукоизоляции;
- легкобетонные панели толщиной 6-20 см;

- многослойные панели (или собираемые на месте многослойные перегородки с лёгким каркасом) из гипсо- и древесно-волоконистых, асбестоцементных и металлических обшивок с внутренним слоем из лёгкого материала с высокими звукопоглощающими свойствами.

В последние годы для зданий большой высоты разработан принципиально другой подход к конструктивному оформлению наружных стен. Построены здания, в которых обетонированные или облиованные внешние колонны и ригели каркаса выполняют роль простенков и перемычек наружной стены. Применены решения с частичным включением стеновых элементов в работу несущей системы, например при ветровых нагрузках.

2.5.3. Перекрытия и покрытия

Перекрытия и покрытия выполняют в здании несущие и ограждающие функции и состоят из несущей части, многослойного пола, включающего обычное перекрытие, основание и звукоизолирующий слой, и подвесного потолка, если он необходим для скрытого размещения инженерных коммуникаций, улучшения вида помещений и повышения огнестойкости помещения.

Возможно применение следующих несущих конструктивных решений перекрытий:

- сборные перекрытия из пустотных и ребристых плит с опиранием на ригели надстроек, в случае если шаг рам надстроек совпадает с длиной плиты;

- монолитные железобетонные перекрытия толщиной 60...100 мм, опирающиеся на ригели надстройки и второстепенные балки;

- комбинированные перекрытия с применением стального профнастила в виде несъемной опалубки и легкого бетона.

В зданиях повышенной этажности эффективен вариант монолитной плиты из лёгкого бетона по стальному профилированному настилу, выполняющему роль опалубки и арматуры. Чтобы улучшить связь между бетоном и настилом, на боковых гранях волн настила создаются местные выступы, работающие как шпонки. Такая конструкция перекрытия имеет относительно небольшой вес, но требует увеличения расхода стали (масса 1м² настила равна 15-20 кг).

В конструктивном решении надстроек, особенно при их применении в сейсмически активных районах, следует использовать преимущественно сборные ограждающие элементы возможно меньшей массы, чтобы снизить нагрузки на несущие конструкции, фундаменты и основания.

3. АНАЛИЗ СЕЙСМОСТОЙКОСТИ ЗДАНИЙ В ПРОЦЕССЕ РЕКОНСТРУКЦИИ

Для оценки экономической эффективности и надежности реконструкции жилых зданий в сейсмически активных районах необходимо исследовать динамические характеристики как реконструируемого здания так и надстройки. Исследования проводились в форме численного эксперимента посредством программного комплекса «Лири-Windows» версия 9.0 [11]. Сравнительный анализ выполнялся по расходу основного конструктивного материала, периодом собственных колебаний, перемещением, напряжением в несущих элементах для надстроек различной конструктивной формы и реконструируемого здания, рассматривались несколько направлений повышения сейсмостойкости зданий в процессе реконструкции:

- уменьшение инерционной массы надстроек за счет применения облегченных конструкций для перекрытий и стенового ограждения надстроек;

- обеспечение пространственной работы каркаса надстройки;

- обеспечение совместной работы системы «здание-надстройка».

3.1. ХАРАКТЕРИСТИКИ ИССЛЕДУЕМЫХ МОДЕЛЕЙ

Исследуемая модель реконструируемого здания соответствует конструктивному решению характерному для массовой серии жилых домов 50-80х годов в Крымском регионе. Рассматривалось пятиэтажное здание со стенами из пильного известняка и перекрытиями из пустотных железобетонных плит (рис.3.1а.). Габаритные размеры в осях 12х30м. Несущие стены продольные, ослабленные оконными и дверными проемами.

Исследовались четыре варианта конструктивного решения поперечных рам надстройки, имеющих различную схему распределения масс и жесткостей по высоте, что влияет на динамические характеристики:

- с однородной верхней частью (надстройка 1), выполненной по рамной схеме (рис. 3.1.б). Колонны сквозные из двух двутавров соединенных решеткой. Ригели сплошного двутаврового сечения (материал конструкций сталь класса С245);

- с неоднородной верхней частью (надстройка 2), содержащей сквозной ригель в уровне нижнего этажа надстройки, который вместе со сквозными колоннами образует жесткую раму (рис. 3.1.в). Верхние этажи надстройки опираются на сквозной ригель в узлах (материал конструкций сталь класса С245);

- с неоднородной верхней частью (надстройка 3), содержащей сквозной ригель в уровне верхнего этажа надстройки, который вместе со сквозными колоннами образует жесткую раму (рис. 3.1.г). Нижние этажи надстройки подвешены к сквозному ригелю в узлах и шарнирно крепятся к колоннам.

- с однородной конструктивной схемой, выполненной в железобетонном каркасе.

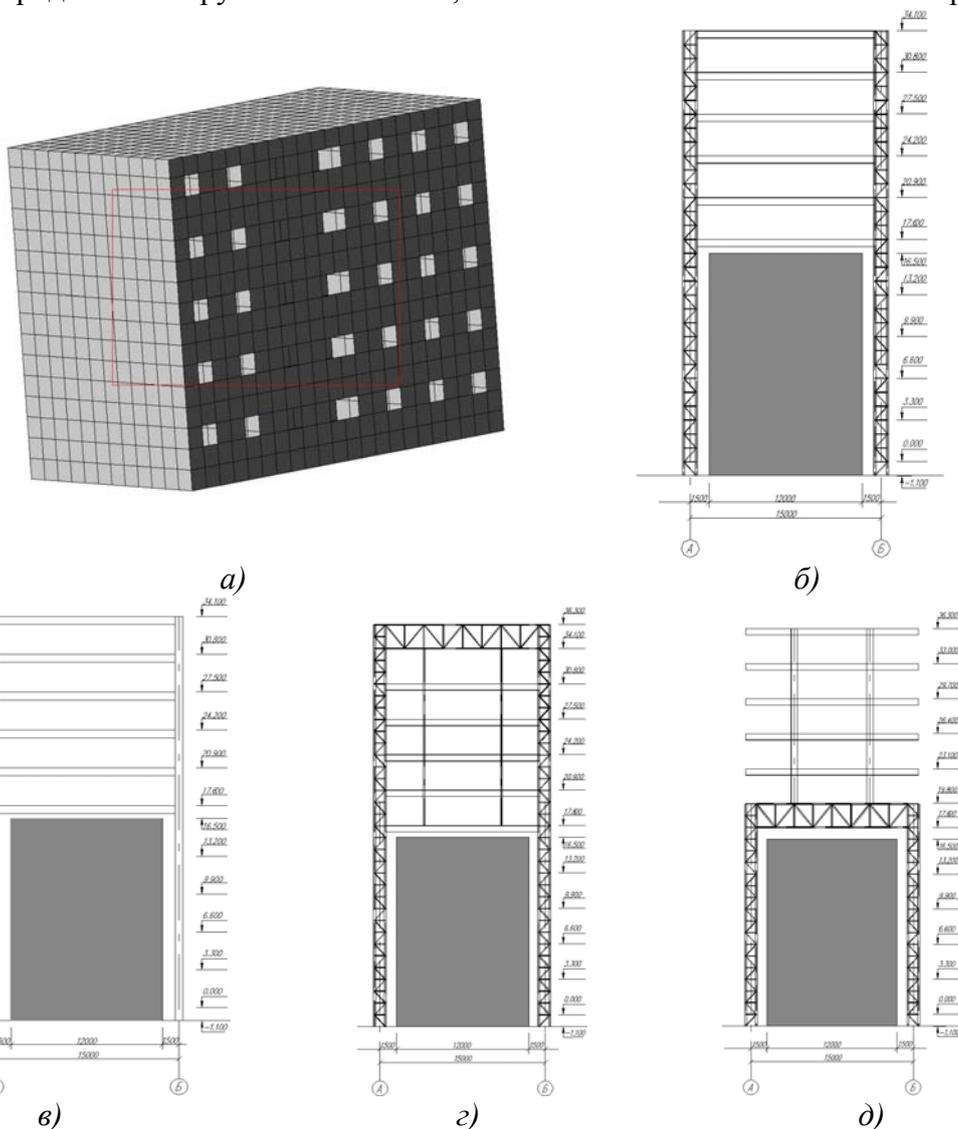


Рис.3.1. Конструктивные решения:

а - реконструируемое здание; б - надстройка 1; в - надстройка 2;

г – надстройка 3; д - надстройка 4.

Были приняты следующие габаритные размеры надстроек: пролет 15м; отметка низа нижнего ригеля 18м; отметка верха 34-36м; количество надстраиваемых этажей 5.

Конструктивное решение перекрытия традиционное – сборные железобетонные плиты, стеновое ограждение – железобетонные навесные панели.

В результате численного эксперимента получены динамические характеристики (табл. 3.1.) надстроек и реконструируемого здания при условии их независимой работы. Проведен сравнительный анализ расхода основных конструктивных материалов (рис. 3.2)

Таблица 3.1

Динамические характеристики реконструируемого здания и надстроек

Шифр задачи	Частота, Гц	Циклическая частота, рад/сек	Период, сек	Амплитуда, мм
здание	5,2	32,7	0,2	3
надстройка 1	0,34	2,11	2,88	215,82
надстройка 2	0,35	2,84	2,21	103,91
надстройка 3	0,58	1,72	3,66	339,51
надстройка 4	0,73	1,32	4,74	326,78

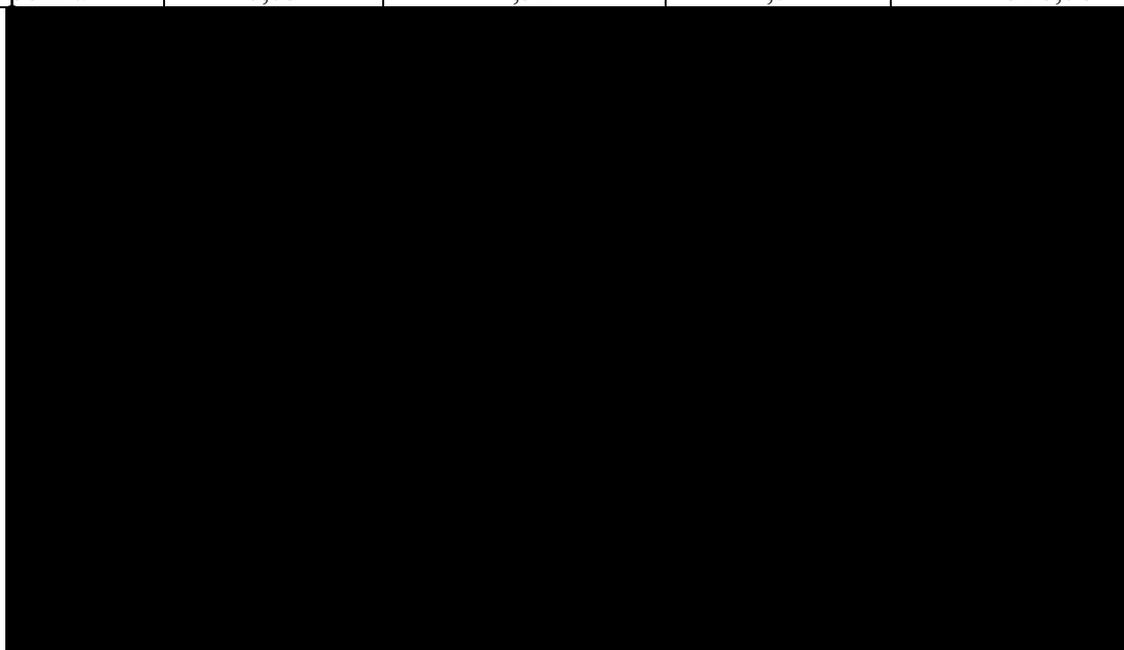


Рис 3.2. Сравнительные диаграммы расхода материалов.

3.2. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СНИЖЕНИЯ ИНЕРЦИОННОЙ МАССЫ КОНСТРУКЦИЙ НАДСТРОЕК НА ИХ СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ

В качестве одного из способов повышения сейсмостойкости рам был предложен вариант уменьшения массы конструкций за счет применения эффективных ограждающих конструкций перекрытий и стенового заполнения.

Для междуэтажных перекрытий была принята конструкция монолитного перекрытия с наружным армированием профилированным настилом.

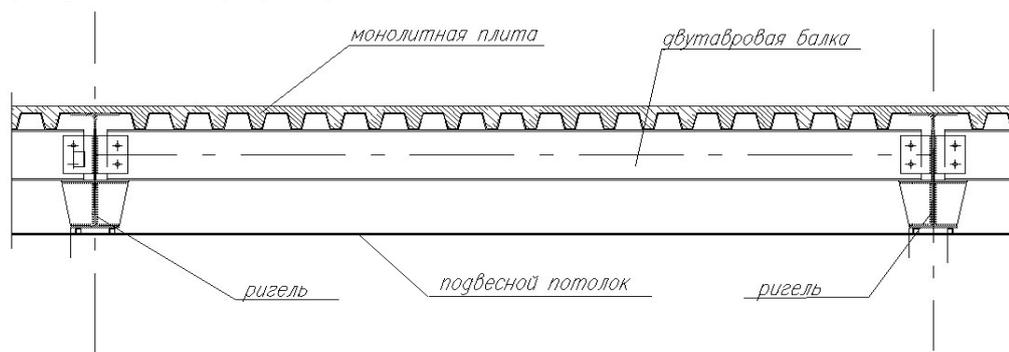


Рис. 3.3. Конструкция облегченного междуэтажного перекрытия.

В качестве стенового заполнения принят ракушечник толщиной 200 мм и современный утеплитель пеноплекс толщиной 50 мм (рис. 3.4.).

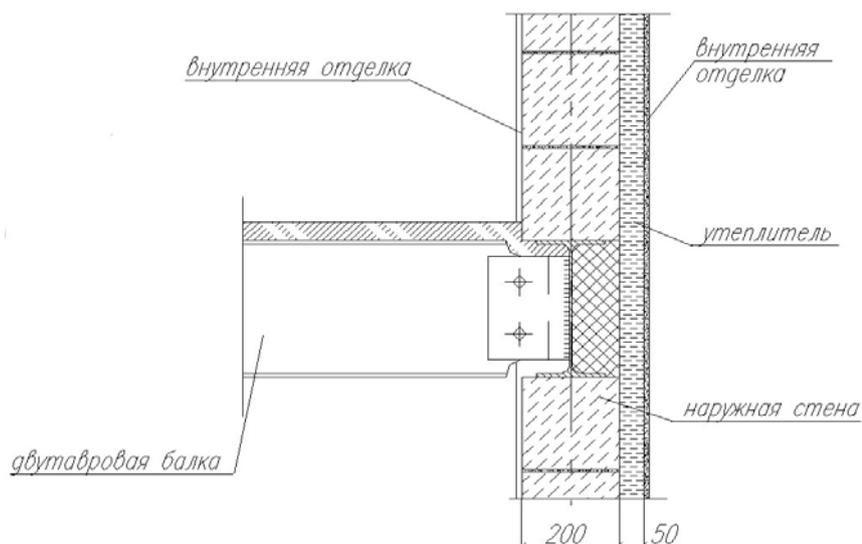


Рис. 3.4. Конструкция облегченного стенового заполнения.

В результате численного эксперимента получены динамические характеристики (табл. 3.2) надстроек и реконструируемого здания при условии их независимой работы. Проведен сравнительный анализ расхода основных конструктивных материалов (рис. 3.5).

Таблица 3.2

Динамические характеристики реконструируемого здания и надстроек

Шифр задачи	Частота, Гц	Циклическая частота, рад/сек	Период, сек	Амплитуда, мм
здание	5,2	32,7	0,2	3
надстройка 1	0,34	2,11	2,98	233,32
надстройка 2	0,35	2,84	2,15	100,08
надстройка 3	0,58	1,72	3,75	357,51
надстройка 4	0,73	1,3	4,82	336,82

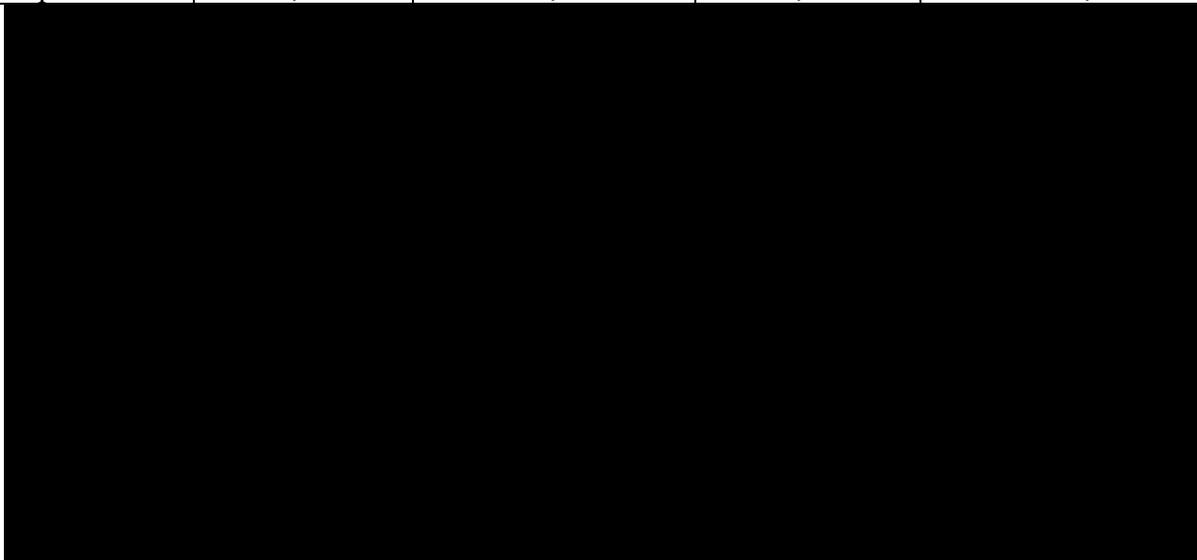


Рис. 3.5. Сравнительные диаграммы расхода материалов.

3.3. МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ РАБОТЫ КАРКАСА НАДСТРОЙКИ И СИСТЕМЫ «ЗДАНИЕ-НАДСТРОЙКА»

В дальнейшем исследовалась надстройка 3, обладающая наименьшей металлоёмкостью. Была создана пространственная модель системы «здание-надстройка» (рис.3.6а). Пространственный блок надстройки состоит из плоских рам надстройки 3, объединенных системой вертикальных и горизонтальных связей и жесткими торцами. Реконструируемое

здание соединено с надстройкой упруго-податливыми связями в уровне перекрытий (рис.3.6б) и крестовыми включающимися связями между покрытием здания и верхним несущим остовом надстройки.

Был проведен сравнительный анализ динамических характеристик (рис. 3.7) пространственного блока и отдельных элементов реконструируемой системы, проанализированы растягивающие напряжения в продольной стене реконструированного здания (рис.3.8.).

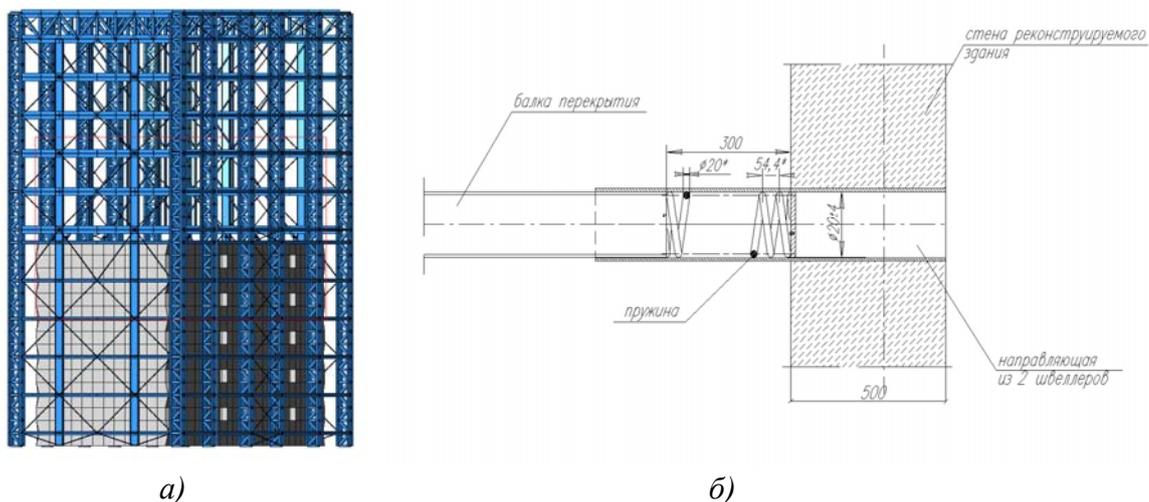


Рис.3.6 Пространственная система «здание-надстройка»: а- расчетная модель; б- узел соединения реконструируемого здания и надстройки.

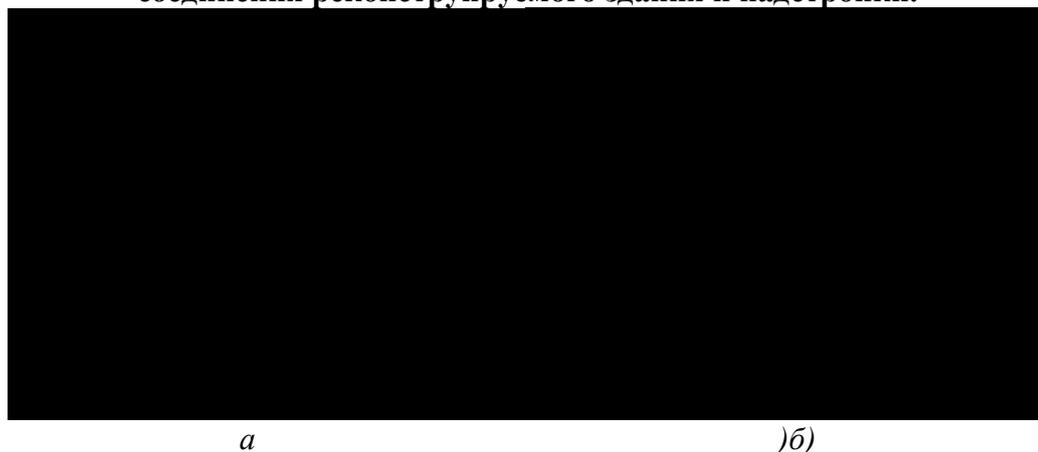


Рис.3.7. Динамические характеристики пространственной системы «здание-надстройка»: а - периоды колебаний; б - перемещения

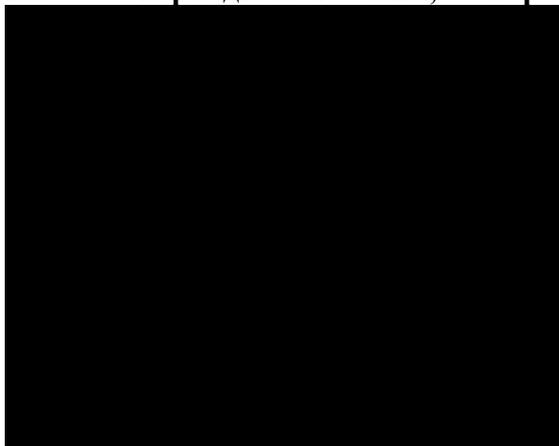


Рис.3.8. График изменения растягивающих напряжений в продольной стене реконструируемого здания.

В результате исследований можно сделать следующие выводы:

- наименьшим расходом стали обладает надстройка 3, как и в случае применения традиционных конструктивных решений перекрытий и стенового ограждения. Для дальнейших исследований принимаем надстройку неоднородного решения с верхним несущим остовом;

- применение монолитных перекрытий с внешним армированием профилированным настилом, а также эффективного утеплителя для ограждающих конструкций позволяет снизить расход стали на 20 – 30 %, но при этом увеличивает перемещения на 4 – 8 %.

- надстройка и здание являются обоюдными гасителями колебаний за счет разницы в динамических характеристиках;

- совместная работа системы «здание-надстройка» повышает сейсмостойкость, как реконструируемого здания, так и надстройки;

- растягивающие напряжения в стене здания от действия сейсмической нагрузки снижаются на 54%; перемещения надстройки уменьшаются в 4 раза; перемещения здания уменьшаются на 30%.

ВЫВОДЫ

1. В ситуации сложившейся в Украине в целом и в АРК в частности реконструкция жилого фонда по сравнению с малочисленным новым строительством имеет преимущественное направление, прежде всего по экономическим соображениям.

2. Учитывая недостаточность аварийного фонда и необходимость резкого увеличения объемов реконструкции, наиболее перспективна в Крымском регионе реконструкция без отселения жильцов.

3. Применение надстроек типа «Фламинго» для реконструкции жилого фонда позволит значительно увеличить коэффициент использования земельных ресурсов в крупных городах и провести реконструкцию без отселения жильцов.

4. Разнообразие конструктивных решений надстроек и применение новых конструктивных и отделочных материалов позволит свободно произвести перепланировку помещений, получить различные по архитектурной выразительности фасады, преобразив, таким образом, облик современного города.

5. Обеспечение сейсмостойкости зданий в результате реконструкции методом надстройки типа «Фламинго» необходимо вести в направлении снижения массы конструкций за счет применения облегченных конструкций для перекрытий, покрытий, стенового ограждения и обеспечения совместной работы здания и надстройки на горизонтальное воздействие.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барашиков А.Я., Гомілко В.О., Малишев О.М. Технічна експлуатація будівель і міських територій: Підручник. – К.: Вища школа, 2000. – 112с.

2. Пустовитенко Б.Г., Скляр А.М., Вольфман Ю.Н., Сафронов О.Н. Сейсмическое районирование территории Украины: Современное состояние, проблемы и задачи.// Материалы IV научно-технической конференции «Строительство в сейсмических районах Украины». – Ялта, май, 1999 г. – 237 с.

3. Дзюба В.Б. Проектні варіанти реконструкції п'ятиповерхівок // Міське господарство України. – 1994. - №2. – С. 9.

4. Нелепов А.Р. Опыт реконструкции пятиэтажек первого поколения // Жилищное строительство. — 1997. — № 7.

5. Реконструкция и модернизация жилой застройки 50-70 годов // Проблемы больших городов: Обз. инф. Вып.16. — М., 1988.

6. Жербин М.М., Большаков В.И. Новая концепция модернизации и надстройки существующих малоэтажных жилых зданий до любого количества этажей // «Вісник ПДАБА» № 2. (додаток) – Днепропетровск, 1998. – 50 с.

7. Трушиньш Я.К. Методические рекомендации по преобразованию жилой застройки старых жилых районов в городах Крыма с применением метода «Фламинго». – Симферополь: 1975.

8. Жербин М.М. Применение стальных конструкций при надстройке существующих жилых зданий до любого количества этажей // Сб. трудов Международной конференции «Металлостроительство 96» т.2. - Донецк – Макеевка, 1996. – 131 с.

9. Митасов В.М. Опыт реконструкции городского многоэтажного жилья без отселения жильцов. // Архитектура и строительство Сибири. – 2002. - №1-2(3-4).

10. Я.К. Трушиньш, Л. М. Овечкина «Разработка предложений по возведению надстроек методом «Фламинго» в монолитных железобетонных конструкциях», С., 1975 г.

11. Руководство пользователя ПК «Лира-Windows», Т1-6, НИИАСС, Киев, 2002 г.

12. СНиП.П-7-81* «Строительство в сейсмических районах», М., 1982 г. (изм. 1991 г.)

13. СНиП П-23-81* «Стальные конструкции», изд. 1990 г.

14. СНиП 2.02.01 – 83 «Основания зданий и сооружений», М., 1985 г.

15. СНиП 2.02.03-85 «Свайные фундаменты», 1985 г.

16. СНиП 2.03.01-84* «Бетонные и железобетонные конструкции», изд. 1989 г.

17. СНиП 2.07.01-83 «Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений», 1989 г.

УДК 000.000

ИСКУССТВЕННАЯ КАРБОНИЗАЦИЯ КАК СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ИЗВЕСТИ

Карпова В.С., Шуляк Е.Ю., Научный руководитель Любомирский Н.В., к.т.н., доцент
Национальная академия природоохранного и курортного строительства

В соответствии с «Киотским протоколом к рамочной Конвенции Организации объединенных наций об изменении климата» антропогенные выбросы парниковых газов в эквиваленте диоксида углерода в период с 2008 по 2012 год не должны превышать уровня таких выбросов 1990 г. [9, 10]. Источниками наибольших выбросов CO₂ в строительной индустрии являются производства строительных материалов и изделий, связанные с высокотемпературными технологическими переделами: получение цемента – основного материала для получения искусственного строительного камня, обжиг керамических изделий и т.д. Снижение расхода энергоемких материалов и переход на менее энергоемкие материалы и технологии может значительно уменьшить загрязнение атмосферы углекислым газом [29].

Для решения глобальных экологических проблем, ресурсосбережения, а также получения качественной строительной продукции на современном этапе не достаточно оптимизировать традиционные процессы структурообразования материалов, необходимо разрабатывать новые направления и принципы получения бесцементных искусственных строительных изделий и материалов, которые позволят снизить поступление загрязнений в окружающую среду и обеспечат создание биопозитивных (экологических) зданий и сооружений [9, 29].

В такой постановке перспективным является изучение вопросов формирования искусственного известкового камня на основе альтернативных подходов к организации процессов твердения кальциевой извести – карбонизации изделий в среде углекислого газа. Реализация этой идеи позволит на 2/3 утилизировать выделяющийся при обжиге углекислый газ, используя его в качестве основного сырьевого компонента, и получить стеновой материал, который с точки зрения экологичности, не имеет себе равных среди производственных товаров и превосходит любое дерево.

Карбонизацию извести всегда считали вторичным процессом твердения известковых растворов [7, 18, 22, 24, 25, 28, 32, 33]. При взаимодействии с окружающей средой в естественных воздушных условиях процесс карбонизации известковых растворов протекает весьма медленно и исчисляется десятилетиями. В результате получается довольно прочный