

РЕКОНСТРУКЦИЯ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ ОДНОЙ ИЗ ПЕРВЫХ МАССОВЫХ СЕРИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МНОГОЭТАЖНОЙ НАДСТРОЙКИ ИЗ СТАЛИ

Шаленный В.Т., Акимов С.Ф., Малахов В.Д.

Академия строительства и архитектуры (структурное подразделение), ФГАОУ ВО КФУ им. В.И. Вернадского, 295943, г. Симферополь, ул. Киевская, 181
e-mail: v_shalennyj@mail.ru, seyran-23@mail.ru, vladimir.malahov.ks@mail.ru

Аннотация. В статье изложены результаты теоретических и экспериментальных исследований, направленных на разработку и совершенствование конструктивных и организационно-технологических решений в проектах реконструкции пятиэтажных жилых домов массовой застройки, разработку и совершенствование методов экономического обоснования, меры по сокращению стоимости двух рассмотренных вариантов, сравнения которых позволит повысить эффективность данного вида реконструкции с применением несущего стального каркаса.

Ключевые слова: здания первой массовой серии, реконструкция жилых зданий, многоэтажная надстройка.

ВВЕДЕНИЕ

Анализ сложившейся ситуации в стране с обеспеченностью населения жильем, состояния жилищного строительства и существующего жилого фонда показывает, что жилищная проблема еще несколько десятилетий будет оставаться актуальной.

Старый жилой фонд представлен, в основном типовыми крупнопанельными, крупноблочными и кирпичными зданиями, запроектированными и построенными по устаревшим нормам строительной теплотехники.

В создавшихся экономических условиях особую актуальность приобретает разработка стратегии комплексного решения проблемы нового жилищного строительства и сохранности существующего жилого фонда с реконструкцией домов первых массовых серий и последующих серий, в направлении повышения их потребительских качеств, продления жизненного цикла, снижения эксплуатационных затрат и улучшения их архитектурного облика.

Один из вариантов реконструкции зданий первых массовых серий, предложенный д.т.н., профессором М.М. Жербиным и д.т.н., профессором В.И. Большаковым, предполагает проведение работ по капитальному ремонту и перепланировке помещений в существующем здании, надстраиваемом до 10-15 и даже 20 этажей металлическими каркасами. Это позволяет получить значительное количество дополнительной жилищной площади с высоко комфортабельными квартирами и придать зданию специфическую архитектурную выразительность. Предложенный метод, возможно, использовать для других зданий, с любым состоянием наружных стен и фундаментов. Он предусматривает опирание надстройки на отдельные специальные фундаменты. Таким образом, существующее здание не воспринимает дополнительных нагрузок. Вместе с тем, при использовании подобных методов возникают и некоторые проблемы с нагрузкой на надстройку, что требует новых подходов к решению проблемы реконструкции, для чего предлагается использование нормальной прочности и высокопрочных сталей, которые раньше не использовались в строительстве. Таким образом, все несущие элементы выполняются из легких стальных конструкций эффективных высокопрочных сталей, исключая тяжелый сборный железобетон. В России есть все предпосылки для создания собственного производства стальных каркасов.

Использование металла в строительстве уже освоено во всем мире. Знаменитые небоскребы построены именно на металлическом каркасе. Металл – это высокопрочный, высокоэффективный и экономически выгодный материал для гражданского строительства. Конечно при использовании металла, как и при использовании любого другого строительного материала, возникают и некоторые проблемы, которые в настоящее время решаются с помощью новейших технологий.

Предложенный вариант использования эффективных высокопрочных сталей, как материала для наиболее нагруженных элементов надстройки, является целью получения значительного эффекта за счет снижения массы конструкции в сравнении с монолитным железобетоном. Также выбор строительных материалов для надстраиваемых каркасов между монолитным железобетоном

и металлом в пользу последнего является перспективным для использования в гражданском строительстве и реконструкции жилого фонда России.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ, МАТЕРИАЛОВ, МЕТОДОВ

В настоящее время в большинстве городов России накопился ряд крупномасштабных критических проблем, затрудняющих их нормальное развитие и функционирование. Большая часть этих проблем по содержанию и актуальности являются общими для всех городов [1-3].

Основная часть жилого фонда страны – более 80% сосредоточена в городах и поселках городского типа. Ежегодные объемы нового строительства жилья в 90-х годах превышают 1,5% от объемов существующего жилого фонда, с учетом естественного выбытия ветхих домов ежегодный прирост жилого фонда составляет около 1%. Острота жилищной проблемы нарастает.

В этих условиях особую актуальность как в России в целом, так и в каждом городе приобретает задача сохранения существующего жилого фонда, посредством грамотной его эксплуатации и своевременной реконструкции жилья, особенно домов первых массовых серий [2-12]. Это осуществимо при неременном условии комплексного рассмотрения и взаимосогласованного решения градостроительных, архитектурных, конструктивных, организационно-технологических, социальных, экономических и экологических аспектов проблемы вторичной застройки застроенных территорий.

Реализация идей вторичной застройки жилых многоэтажных кварталов без сноса существующих домов возможна в каждом городе. При этом требуется тщательное рассмотрение социально-экономических и градостроительных условий и выполнение комплекса прединвестиционных исследований с учетом состояния инвестиционного рынка, технических возможностей базы домостроения, наличия задела по вновь освоенным территориям жилой застройки, сложившейся системы транспортной, энергетической и другой инженерной инфраструктуры. Процесс вторичной застройки городов займет значительный период времени. В результате его реализации должен измениться не только архитектурный облик реконструируемых кварталов, но и в целом города. Практически преобразуется среда обитания, условия социального обслуживания, транспортные связи, энергетические источники и многое другое. Комплексное решение такой крупномасштабной проблемы требует научных обоснований, проектных разработок, экономических расчетов и экспериментальной проверки. Представляется целесообразным при научном обеспечении в ближайшее время осуществить разработку научно-проектной документации и экспериментальную вторичную застройку одного квартала в каждом крупном городе России.

Предлагаемые модели реконструкции жилья, посредством вторичной застройки малоэтажных кварталов или надстройки этажей сопровождаются существенным приростом жилых площадей и числа квартир. Их реализация сопряжена с дополнительной потребностью энергоресурсов на отопление, горячее водоснабжение и электро-обеспечение новых квартир и расширенной сети объектов социальной инфраструктуры.

Удовлетворение этих потребностей необходимо решать, прежде всего, за счет снижения затрат энергоресурсов на единицу жилой площади при реконструкции жилых домов, организации учета, контроля и регулирования их расходования, экономических и правовых рычагов воздействия на потребителей, стимулируя экономию энергоресурсов и за счет развития существующих или создания новых энергоисточников и модернизации энергосетей. Только системное рассмотрение и решение всех составляющих проблемы энергосбережения может обеспечить получение желаемых результатов [8, 10-12].

Несмотря на уже очерченный представленными работами круг научных и правовых вопросов в России, Украине, Беларуси, да и в дальнем зарубежье, имеются только частные случаи их рассмотрения и принимаемого решения. Следует признать отсутствие приемлемой задачи рассмотрения и выбора оптимальных, или хотя бы рациональных, организационно-технологических, а с ними и объемно-планировочных решений продолжения жизненного цикла имеющегося фонда жилья.

К началу нынешнего века в России реализуются уже не отдельные проекты, а десятки объектов в разных городах. Многими публикациями последних лет в Российской Федерации обосновывается снижение стоимости вводимой в надстройках полезной дополнительной площади в пределах от 20 до 40%, по сравнению с новым строительством. Эффективность мансардного строительства долгое время ставили под сомнение. Такое мнение частично могло в то время

объяснить наметившееся отставание жилищно-коммунального комплекса в реконструкции гражданских зданий. Следует отметить, что позже надстройка и пристройка была признана как эффективный метод продления жизненного цикла жилых зданий первых массовых серий [13-17].

Специалистами Н.С. Болотских, О.И. Болотских, Д.Ф. Гончаренко, И.В. Коринько, В.И. Торкатюком, В.В. Савйовским, В.Т. Шалленным, пожалуй, была сделана попытка обобщения опыта производства работ по реконструкции гражданских объектов, предложены и обобщены способы реконструкции и модернизации жилых домов первых массовых серий, предложена концепция их модернизации с продлением жизненного цикла путем реконструкции. Для чего произведена классификация возможных методов и конструктивных решений, приемлемых при реконструкции, предлагаются собственные, запатентованные объемно-планировочные, конструктивно-технологические и организационные решения по реконструкции домов первых массовых серий.

Намного сложнее проблема исследования социально экономической, технологической эффективности не отдельных рассматриваемых этапов, а всего жизненного цикла гражданских зданий и сооружений. Сложность изучаемых решений и необходимость комплексного подхода к решению поставленной задачи на социально-экономическом уровне, научно-технической проблемы обоснования, а также основополагающие труды ведущих отечественных и зарубежных ученых в области технологии и организации строительства предопределяют необходимость системного подхода к ее решению [15-17].

Известные в мире основополагающие идеи теории систем и системного подхода, разработанные Н.П. Бусленко, на сегодня используются, развиваются и применяются многими исследователями. В данной отрасли в бывшем Советском Союзе ее родоначальниками и последователями можно назвать А.А. Афанасьева, Ю.И. Белякова, В.И. Большакова, С.И. Булгакова, А.Ф. Гаевого, Е.В. Горохова, А.А. Гусакова, Д.Ф. Гончаренко, Д.Ф. Друкованного, Г.К. Злобина, Л.В. Киевского, А.Б. Ливинского, П.П. Олейника, А.Г. Онищенко, Б.В. Прыкина, В.И. Торкатюка, Р.И. Фокова, В.Т. Шалленного, А.К. Шрейбера, К.А. Шрейбера и многих других.

С позиций современных системных подходов, заметное развитие получили работы, основной целью которых является поиск модернизации сначала производственных, а затем и гражданских зданий. К ним относятся работы В.А. Давыдова, Б.С. Дамаскина, В.Д. Жвана, Е.В., Матвеева Е.П., Кравчукрвской П.С., Папирныка Р.Б., Саркисьяна Г.А., Романенко И.И., Романушко С.Г., Уварова Е.П., Франивского А.А. и др.

Чтобы и в старых исторических районах городов ввести реконструкцию и ремонт жилых зданий на современном, научно-обоснованном уровне, необходимо от выборочной реконструкции, переустройства, перейти к последовательной, комплексной реконструкции целых градостроительных образований, районов старой застройки групповым методом, к превращению их в «образцовые микрорайоны» с учетом всех исторических и конструктивно-планировочных особенностей жилых зданий этих микрорайонов и применительно к их типам-представителям [7, 8, 10, 11, 18-24].

ЦЕЛЬ И ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью исследования является совершенствование организационно-технологических схем реконструкции 5-ти этажных жилых домов первых массовых серий с использованием надстроек из металлического каркаса с применением эффективных высокопрочных сталей и монолитного железобетона.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать существующие конструктивные схемы реконструкции 5-ти этажных жилых домов первых массовых серий, построенных в 50 – 60 годы прошлого века;
- провести оценку каркасов, которая влияет на выбор технико-экономических показателей при реконструкции на примере одной секции жилого пятиэтажного дома серии 1-335;
- провести сравнительный анализ вариантов надстроек с использованием металлического каркаса с применением эффективных высокопрочных сталей и монолитного железобетона;
- дать оценку сравнительной эффективности вариантов реконструкции 5-ти этажных жилых домов с использованием металлического каркаса и монолитного железобетона.

ОСНОВНОЙ РАЗДЕЛ С РЕЗУЛЬТАТАМИ И ИХ АНАЛИЗОМ

В настоящее время преобразование и развитие старых городов, как альтернатива бытовавшему ранее приоритету строительства новых, приобретает все большее значение. В связи с этим возрастает роль реконструкции городов. В большинстве городов процесс развития идет за счет модернизации давно освоенных территорий, прежде всего исторического центра. Закономерно, что со временем эта тенденция только усилится. Снос – это не единственный путь реконструкции жилой застройки первого периода индустриального домостроения.

Московский опыт сноса домов первых массовых серий и строительство на их месте коммерческого жилья, в цену которого включают и затраты на снос, расселение людей, модернизацию инженерных сетей и реконструкцию благоустройства прилегающей территории, не может быть сегодня распространен в других регионах России из-за несопоставимых цен на жилье, а значит нерентабельности такого метода для нашей страны. Следовательно, изыскание новых действенных путей реконструкции таких зданий с обязательной их надстройкой до 9-10 этажей, а в отдельных случаях и выше, с образованием в них современных квартир представляют серьезную мало исследованную градостроительную и технологическую проблему.

При этом ограждающие конструкции и перекрытия выполняются из легких эффективных стеновых материалов. Дополнительные квартиры, полученные в надстраиваемой части здания, отвечают всем современным требованиям, предъявляемым к жилью. Количество квартир после реконструкции в здании не уменьшается, а увеличивается, что говорит об окупаемости и возможности получения дополнительной прибыли и делает предлагаемый метод реконструкции привлекательным и конкурентоспособным для инвесторов.

Для примера приводятся наглядные материалы одного из домов первых массовых серий, который может реконструироваться одним из вариантов надстройки металлическим каркасом приведенным ниже.

Схема компоновки модульной надстройки каркаса показана на рисунке 1 б-в.

Ограждающие конструкции и перекрытия выполняются из легких эффективных стеновых материалов. Дополнительные квартиры, полученные в надстраиваемой части здания отвечают всем современным требованиям предъявляемых к жилью (рис. 1 г).

Таким образом, правильный выбор стратегии, видов и способов реконструкции возможен при комплексном (системном) подходе к оценке проектных решений по реконструкции жилой застройки. При этом необходимо учитывать не только прямые, но и сопряженные расходы, не только единовременные, ремонтно-строительные, но и косвенные затраты на содержание объектов. Кроме того, должны быть учтены новые факторы и методические требования, нормирующие целесообразность предлагаемых работ в условиях рыночных отношений (возможные доходы с учетом маркетинговой ситуации, расчетной цены земли, рейтинга территорий и т.п.).

Многолетняя строительная практика показала, что обычно догружать эксплуатируемые здания можно в пределах 20% испытываемой ими нагрузки, например, пятиэтажный дом можно повысить на один этаж. Надстройка свыше одного этажа, как правило, требует либо больших запасов прочности существующих конструкций зданий, что случается далеко не всегда, либо применения более легких материалов или специальных конструктивных решений, например, возведения мансард, что малоэффективно. Вместе с тем практика показывает, что если повышать малоэтажные дома, то следует добавлять не менее 4-5 полноценных этажа, а иногда и более. При этом такие реконструированные здания должны соответствовать современным требованиям градостроительства и проживания в них.

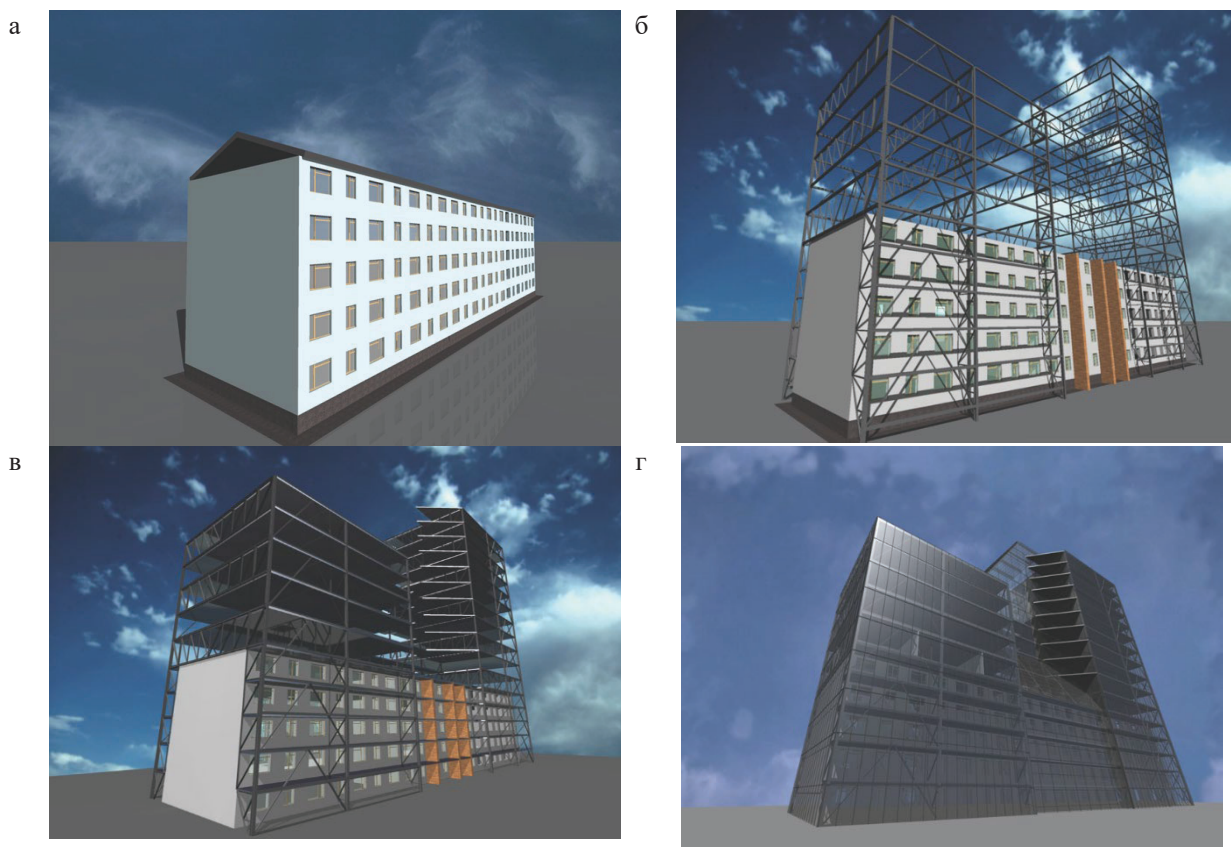


Рис. 1. Модель надстраиваемого многоэтажного каркаса:
а – существующее здание; *б, в* – монтаж многоэтажной надстройки; *г* – реконструированное здание

К числу неудач попыток повышения таких зданий можно отнести основные две: стремление использовать существующие стены и фундаменты в качестве оснований для надстраиваемых зданий этажей и применение тяжелого железобетона в качестве основного материала, в том числе и для перекрытия 12-15 метровых пролетов, неизбежно появляющихся при надстройке домов, что в несколько раз увеличивало массу здания, усложняло его конструкцию и фундаменты. Сказанное является важным еще и потому, что многие десятилетия строительство в странах СНГ (и в России) осуществляется традиционными методами с максимальным использованием железобетона (в том числе и сборного) – отличного строительного материала, однако обладающего значительной массой, большими габаритами конструкций и требующего значительных энергозатрат и денежных средств на транспортировку конструкций к месту строительства и подъем их в проектное положение. Конструкции из сталей легче аналогичных железобетонных в 7-12 раз. При этом стали обладают значительно большей относительной прочностью, чем другие строительные материалы. Применение стальных конструкций позволяет возводить здания и сооружения любых размеров, с большими пролетами и высотой. Отличительной чертой металлических конструкций также является их высокая индустриальность изготовления и монтажа благодаря сравнительной простоте обработки и передела металла, технологичности монтажных соединений, удобства транспортирования (малый вес), возможности монтажа крупными блоками.

Выбор наиболее эффективных строительных материалов и конструктивных решений для строительства жилых и гражданских зданий представляет несомненный интерес, а использование при надстройке зданий стальных конструкций вместо традиционного железобетона требует обоснования.

В связи с тем, что проектирование многоэтажных зданий со стальными каркасами тесно связано со многими проблемами, особое значение принимает оптимальное

проектирование с выбором характеристик сооружения, при котором возведенное здание будет иметь относительно лучшие показатели. Главнейшими из этих показателей, хотя и не единственными, являются затраты металла и железобетона, отнесенные к одному квадратному метру суммарной площади всех перекрытий. При этом необходимо рассматривать отдельно затраты стали на собственно каркас и затраты стали, необходимой для армирования железобетонных элементов (в основном перекрытий).

Затраты металла принимаются в $\text{кг}/\text{м}^2$, железобетона – в $\text{м}^3/\text{м}^2$. В зарубежной практике зачастую эти показатели относят не к одному квадратному метру, а к одному кубическому метру строительного объема всего здания.

Анализ и исследование построенных зданий со стальными каркасами, как в России, так и за рубежом показывают большую разбросанность показателей и зависимость их от значительного количества обстоятельств, помимо оптимальности системы каркасов:

1. *Стоимость строительства.* Зависит от района строительства, стоимости строительных материалов, архитектурных решений, отделочных работ, системы каркаса, общей технологии строительства и действующих в рассматриваемое время цен.

2. *Сроки строительства.* Зависят от многих причин, но во многом от системы стального каркаса и методов его монтажа.

Например, интересен метод монтажа металлоконструкций гостиницы «Альфа» в Амстердаме: 18 – этажные стальные рамы поперечника здания полностью собирались на земле и поднимались в проектное положение целиком, что существенно сокращало сроки строительства и стало возможным только при применении стальных конструкций. Зарубежный опыт показывает, что сроки возведения зданий со стальным каркасом высотой 10...20 этажей составляют в основном от одного до двух, в отдельных случаях, трех лет. Вместе с тем, 110-этажное здание в Чикаго «Сирс-билдинг» было построено в рекордно короткий срок-всего за 15 месяцев (правда, за счет завышенных затрат стали), а 28-этажное здание вычислительного центра Аэропорта в Киеве строилось много лет.

3. *Оценка качества архитектурно-планировочных решений.* Зависит от требований заказчика, творческих замыслов архитекторов и является условным показателем. Предпочтение должно отдаваться решениям с минимальным количеством вспомогательных помещений, коридоров и наличием плоскостей стен без проемов (для размещения связей жесткости), планом, удобным для расположения колонн, а также решениям, обеспечивающим противопожарные требования.

4. *Масса надземной части должна быть минимальной.* Это объясняется многими причинами и прежде всего тем, что элементы стальных конструкций легче аналогичных железобетонных в 7...12 раз.

5. *Горизонтальные прогибы зданий* в металлических конструкциях должны быть минимальными в пределах, указанных в СП 16.13330.2017.

6. *Затраты стали.* По исследованным построенным зданиям с металлическими каркасами они имеют очень большой разброс. Вместе с тем, учитывая рациональный выбор современных систем каркасов, правильный выбор сталей, разумный учет и снижение нагрузок, можно высказать следующие предположения [25]:

А) По зданиям высотой 10...20 этажей затраты стали могут составлять 30-40 $\text{кг}/\text{м}^2$ общей площади этажей.

Б) По зданиям высотой 30...40 этажей они в среднем могут находиться в пределах 60 $\text{кг}/\text{м}^2$ общей площади этажей.

В) В зданиях высотой 60...70 этажей количество металла в среднем должно составлять около 80-90 $\text{кг}/\text{м}^2$ общей площади этажей.

Г) В сверхвысотных зданиях, имеющих 100 и более этажей, затраты стали будут велики и могут достигать до 150...200 $\text{кг}/\text{м}^2$ общей площади этажей. Так как с увеличением

высоты здания затраты металла резко растут, указанные показатели могут оказаться заниженными.

Обобщая изложенное, нужно иметь ввиду, что приведенные данные по расходу металла и другие показатели являются сугубо ориентировочными и могут служить только в качестве предварительной оценки качества вновь проектируемых высотных зданий.

Стоит напомнить, что затраты металла в 110-этажных башнях Торгового центра в Нью-Йорке, разрушенных террористами, составляли 186 кг/м^2 , в 110 – этажном здании «Сирс-билдинг» в Чикаго- 160 кг/м^2 , а в 100-этажном здании «Джон Хэнкок Центр» в Чикаго- 145 кг/м^2 . В зданиях количеством этажей от 18 до 35 затраты металла колеблются от $21,0$ до 100 кг/м^2 [25].

Количество арматурной стали в зарубежных домах со стальными каркасами составляет около $8,0 \dots 10,0 \text{ кг/м}^2$ при среднем объеме железобетона в основном на перекрытия около $0,15 \dots 0,20 \text{ м}^3/\text{м}^2$, хотя в отдельных случаях эти показатели оказываются и иными.

8. При реконструкции существующих 3-5-этажных типовых домов («хрущевок») с надстройкой в металлических конструкциях до 10 этажей количество металла невелико и находится в пределах около $30 \dots 35 \text{ кг/м}^2$ общей площади надстраиваемых этажей.

9. Неожиданные результаты получились при исследовании металлоемкости пятиэтажных типовых домов, спроектированных в СССР в 50-60 годах прошлого века. Их анализ показал в ряде случаев чрезвычайно высокие, абсолютно не оправданные затраты металла, достигающие до 85 кг/м^2 , при большом использовании при этом железобетона и кирпича.

10. В современных проектах отечественных типовых железобетонных 16-20-этажных жилых домов средние затраты металла составляют около $40 \dots 60 \text{ кг/м}^2$ [25].

Как было сказано, несмотря на то, что все вышеприведенные показатели являются в некоторой степени условными, все же путем сопоставления они могут дать представление об эффективности новых проектов многоэтажных и сверхвысотных домов со стальными каркасами.

Один из интересных проектов модернизации существующих зданий, являются проектные предложения по существенному увеличению общей площади за счет надстройки нескольких этажей [25]. Надстройка этажей производится без какой-либо догрузки существующего здания путем применения обнимающего и, не соединенного с ним, стального рамного каркаса, устанавливаемого на буронабивные свайные фундаменты, расположенные с обеих продольных сторон дома. Такой метод возможен для любых зданий, с любым состоянием наружных стен и фундаментов. Он предусматривает опирание надстройки на отдельные специальные фундаменты. Предлагаемый нами вариант реконструкции зданий, предполагает проведение работ по капитальному ремонту и перепланировке помещений в существующем здании, надстраиваемом до 10-15-20 этажей. Такое решение позволяет получить значительное количество дополнительной жилищной площади с высоко комфортабельными квартирами и придать зданию специфическую архитектурную выразительность. Таким образом, существующее здание не воспринимает дополнительных нагрузок. Все несущие элементы выполняются из легких стальных конструкций из эффективных высокопрочных сталей, исключая тяжелый сборный железобетон. В России есть все предпосылки для создания собственного производства стальных каркасов, так как она является крупнейшим металлургическим центром.

Стеновые конструкции выполняются из легких эффективных стеновых материалов. Концепция позволяет реконструировать малоэтажные и надстраивать высотные здания, в том числе в плотно застроенных центральных частях городов, сохраняя и модернизируя дома в свете современных градостроительных требований [19, 25].

Также делая реконструкцию по схеме, предложенной нами, мы получаем результат в более ранние сроки (что обуславливается тем что металлические конструкции более легки в монтаже и установке) и получаем значительный эффект за счёт снижения массы конструкции из высокопрочной стали, что ведёт к экономии средств [25].

Желательно также соблюдение ряда дополнительных требований. Например, прямоугольное расположение фасадных плоскостей с минимальными выступами и впадинами, т.е. придание в плане зданию простых форм в виде квадратов, прямоугольников и т.д. Важной является расстановка внешних колонн каркаса - они могут быть вынесены наружу за пределы здания и стальной каркас получается видимым, что меняет архитектурное решение фасадных плоскостей и во многом может украшать здание (рис. 2, 3).

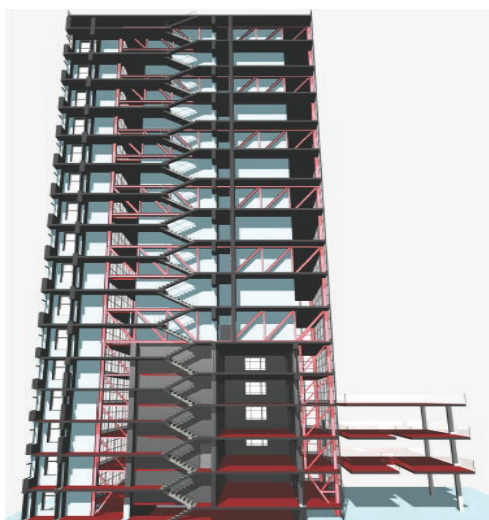


Рис. 2. Модель надстраиваемого металлического каркаса

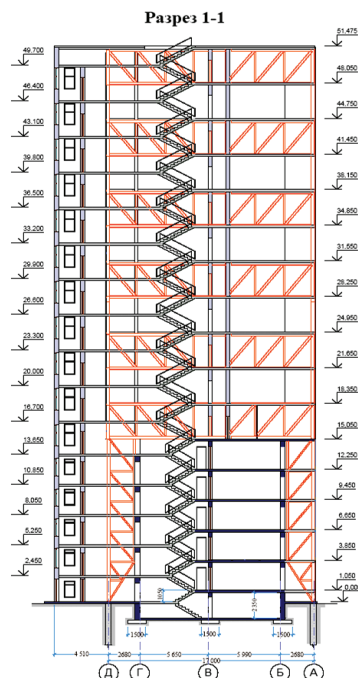


Рис. 3. Разрез модели надстраиваемого металлического каркаса

Стальной каркас также может быть размещен внутри здания, т.е. быть невидимым. Однако, и то, и другое решение имеет как положительные, так и отрицательные свойства. Желательно также при планировке таких зданий оставлять некоторые стены без проемов для возможности установки вертикальных связевых ферм жёсткости. Особое внимание необходимо обращать на общую противопожарную надежность здания и определять места, требующие особой противопожарной защиты стальных конструкций.

Действующие на стальной каркас нагрузки по их приложению можно разделить на три вида:

- 1 – вертикальные постоянные и временные нагрузки, действующие на междуэтажные перекрытия и кровлю;
- 2 – вертикальные нагрузки, передаваемые от перекрытий на колонны и вертикальные нагрузки от веса наружных стеновых ограждений, также воспринимаемые колоннами;
- 3 – горизонтальные нагрузки от давления ветра и других горизонтальных воздействий (например, сейсмических), воспринимаемые зданием целиком колоннами и другими элементами каркаса.

При создании расчётной модели здания следует учесть перечисленные сочетания нагрузок.

Приступая к формообразованию стального каркаса, необходимо было предварительно подобрать:

1. Типы сталей, наиболее пригодных к сильно нагруженным, а также массовым элементам проектируемого сооружения. Рационально использование не более трех видов сталей на каркас одного здания;
2. Тип и конструкцию ограждающих наружных стен, которые должны обладать минимальной массой, должны быть простыми в изготовлении и монтаже;
3. Методы обеспечения горизонтальной жесткости и минимальной деформативности всего сооружения;
4. Тип и конструкцию основания и фундаментов под каркас;
5. Просчитать возможность монтажа каркаса крупными блоками с размерами в несколько этажей.

Ниже приведены разработанные в результате моделирования конструктивные схемы сравниваемых вариантов надстроек (рис. 4, 5). Дальнейший расчёт многоэтажных надстроек выполнялся в программном комплексе SCAD. Для сравнения стальных многоэтажных надстроек была выбрана конструкционная сталь С245 нормальной прочности и низкоуглеродистые, микрелегированные стали С440 и С550 повышенной прочности [26].

Сравнение данных вариантов необходимо было начать с вычисления массы бетона в м³ и арматуры в кг в рамках железобетонных для 7-ми и 11-ти этажей (Р7-ЖБК и Р11-ЖБК) и расхода металла по элементам в стальных рамах 7-ми и 11-ти этажей из сталей соответственно С245, С440 и С550 (Р7 – С245, Р7 – С440, Р7 – С550, Р11 – С245, Р11 – С440, Р11 – С550). Далее выполнялся расчёт 7-ми и 11-ти этажной надстройки с использованием сталей С245, С440, С550. Полученные в результате моделирования сравнительные характеристики расхода основных материалов надстроек приведены на рисунках 6-8.

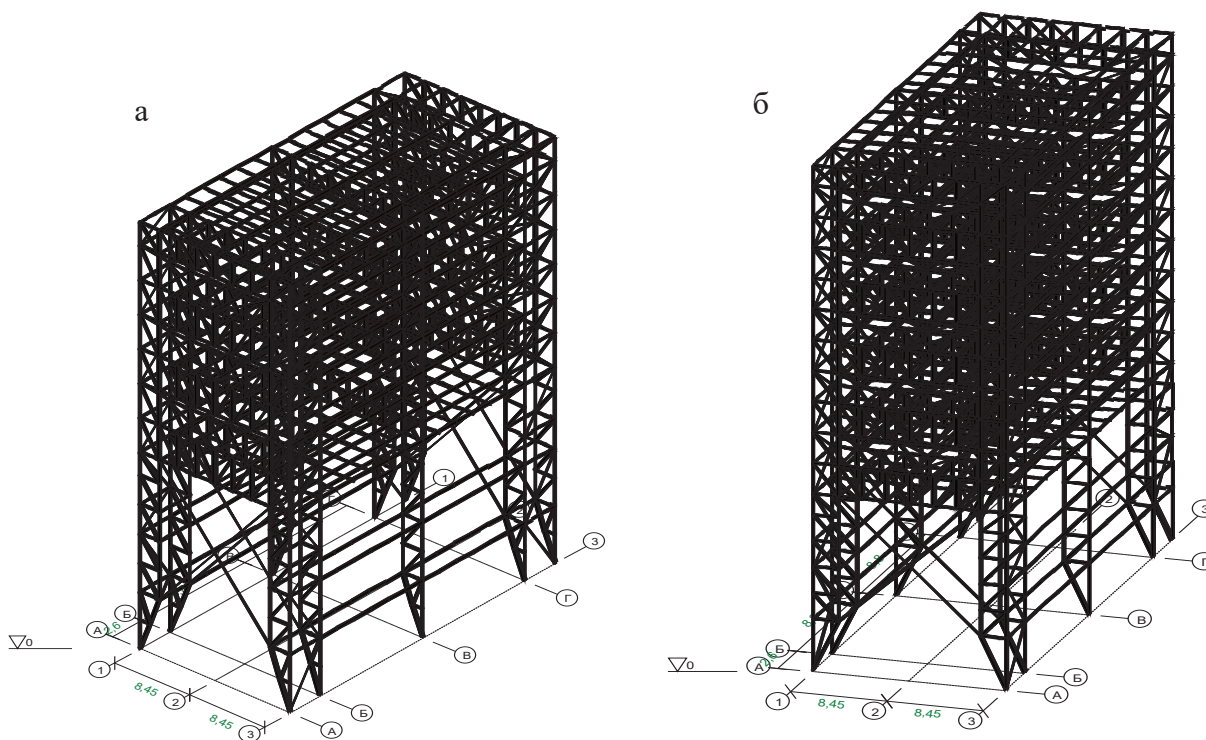


Рис. 4. Схема 7-ми этажной (а) и 11-ти этажной (б) надстройки стального каркаса

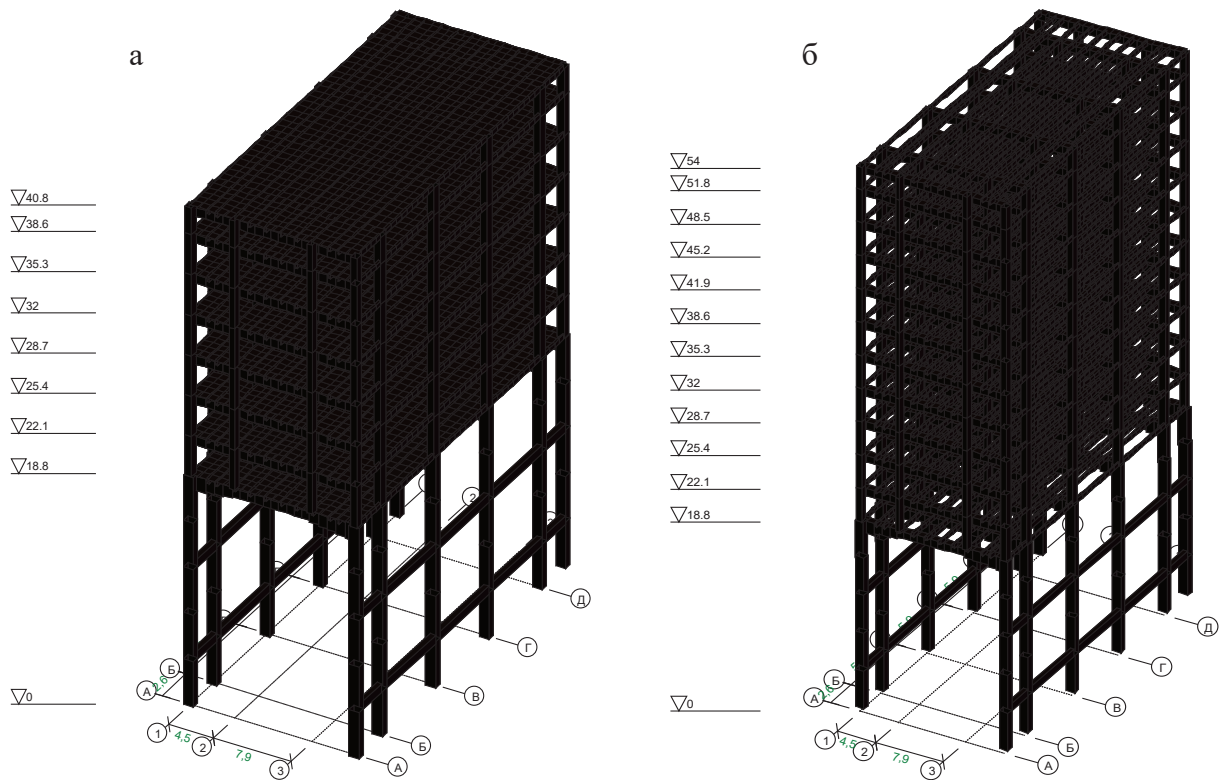


Рис. 5. Схема 7-ми этажной (а) и 11-ти этажной (б) надстройки из монолитного железобетона

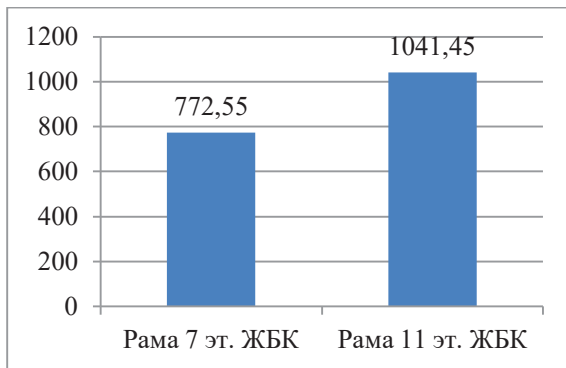


Рис. 6. Масса бетона и арматуры в железобетонной раме 7-ми и 11-ти этажной надстройки, т

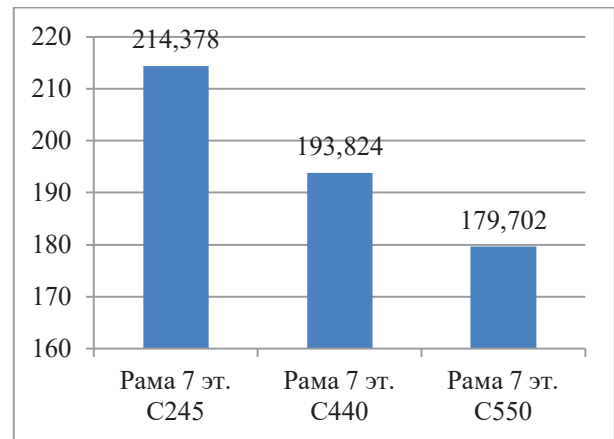


Рис. 7. Масса металлических конструкций рам 7-ми этажной надстройки, т

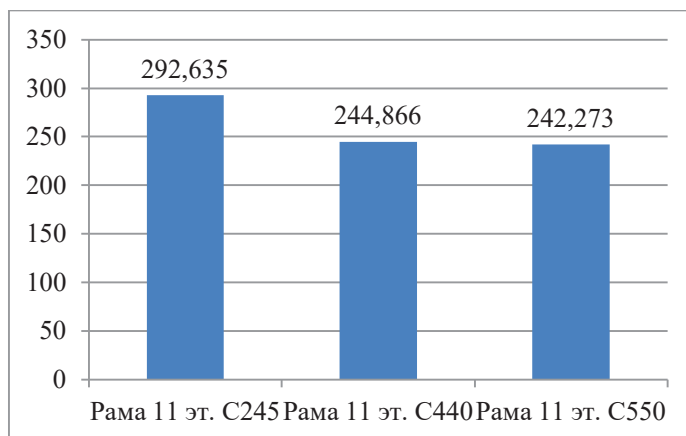


Рис. 8. Масса металлических конструкций рам 11-ти этажной надстройки, т

Ниже приведены результаты расчетов трудоемкости двух рассмотренных вариантов надстроек зданий и соответствующих им продолжительности выполнения работ, которые показывают расчётные сроки возведения надстроек в днях (рис. 9, 10).

На рисунках 11 и 12 показана стоимость возведения 7-ми и 11-ти этажной надстройки из различных сталей и из железобетона согласно данным проектно-сметных расчётов. На рисунке 13 показана стоимость устройства свайных фундаментов под металлическую и железобетонную раму 7-ми и 11-ти этажей. Также согласно данным соответствующих сметных расчётов, на рисунке 14 показана результирующая смоделированная стоимость возведения 7-ми и 11-ти этажной надстройки из металла и железобетона.

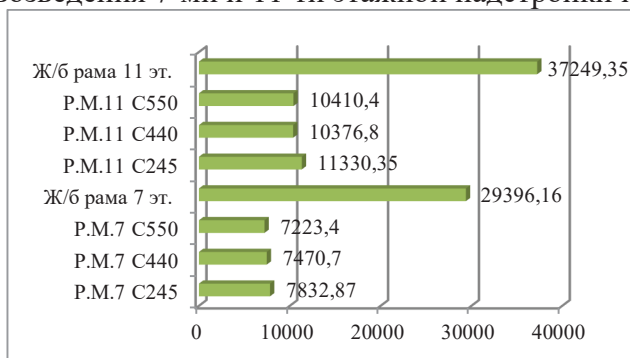


Рис. 9. Трудоемкость возведения 7-ми и 11-ти эт. надстройки из металла и железобетона, чел.-час.

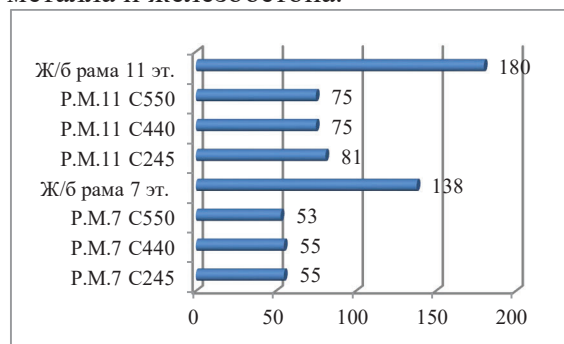


Рис. 10. Продолжительность возведения 7-ми и 11-ти эт. надстройки из металла и железобетона, рабочие дни

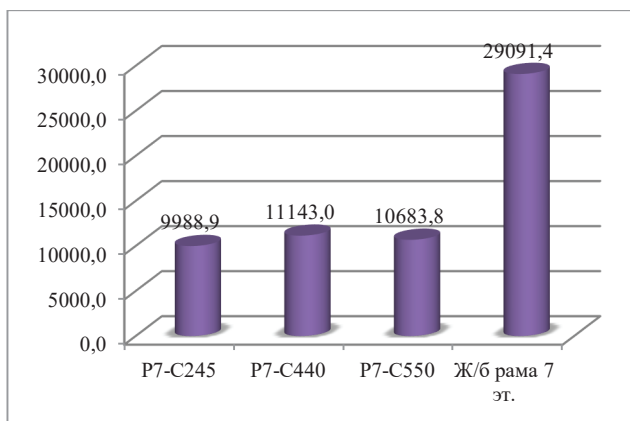


Рис. 11. Стоимость возведения 7-ми этажной надстройки, тыс. руб.

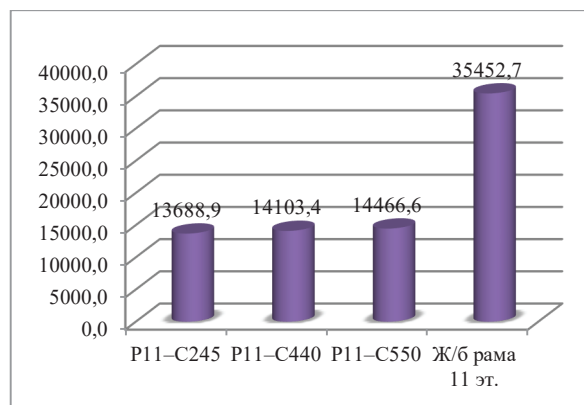


Рис. 12. Стоимость возведения 11-ти этажной надстройки, тыс. руб.

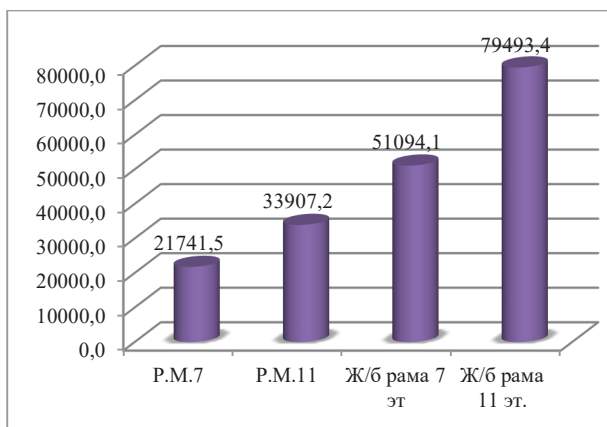


Рис. 13. Стоимость устройства свайных фундаментов под металлическую и железобетонную раму 7-ми и 11-ти этажей, тыс.руб.

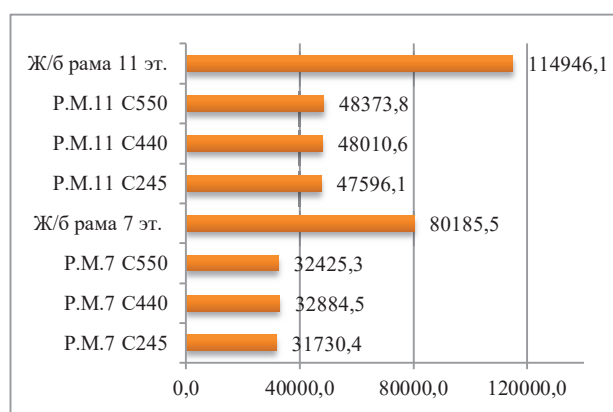


Рис. 14. Общая стоимость возведения 7-ми и 11-ти эт. надстройки из металла и железобетона, тыс. руб.

Получив данные расчета сравниваемых вариантов надстроек из монолитного железобетона и стального каркаса, учитывая показатели трудозатрат и расхода материалов на фундамент надстройки, снижение веса и стоимости конструкций, можно сделать вывод о том, что используемые при реконструкции высокопрочные, низкоуглеродистые, микролегированные стали повышенной прочности, типа 06Г2ФБ (С440) и 10Г2ФБ (С550) не принесли ожидаемого эффекта. Надстройка из обычной стали С245 оказалась экономически более выгодной.

Применение каркаса, который надстраивается из монолитного железобетона относительно мало распространена и не эффективна, так как масса его значительно превышает металлическую надстройку, а стоимость его значительно выше, чем надстройка из стали.

Также одним из главных моментов, на который следует обратить внимание, это то, что даже при меньшей стоимости материала, но при большей массе, металлические рамы P7 – C245 и P11 – C245 являются наиболее экономичными в сравнении с рамами P7 – C440, P7 – C550, P11 – C440 и P11 – C550, что еще раз подтверждает эффективность применения стали марки С245. Например, металлический каркас P7 – C245 и P11 – C245 дает экономию средств 3,6% и 2,2% по сравнению со стоимостью надстроек P7 – C440 и P11 – C440. В сравнении с железобетонным каркасом разность между P7 ЖБК и P7 – C245 равна 152,7 %, P11 ЖБК и P11 – C245 равна 137,6 %, что составляет более 48 и 66 млн. руб. соответственно.

Таким образом, используя проведенные расчеты, можно рекомендовать для дальнейшей разработки варианты каркасов P7 и P11 – C245, как наиболее экономически и научно обоснованных.

ВЫВОДЫ

В данной работе изложены результаты теоретических и экспериментальных исследований, направленных на разработку и совершенствование конструктивных и организационно-технологических решений в проектах реконструкции пятиэтажных жилых домов массовой застройки, разработку и совершенствование методов технико-экономического обоснования мероприятий по сокращению стоимости двух приведенных вариантов, выбор лучшего из которых разрешит повысить эффективность данного вида реконструкции.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие выводы:

1. Проведённые вычислительные эксперименты показали, что многоэтажная надстройка из низкоуглеродистой, низколегированной, конструкционной стали С245

нормальной прочности в сравнении с низкоуглеродистыми, микролегированными высокопрочными сталями С440 и С550 более экономична. Несмотря на то, что для возведения надстройки из стали С245 требуется больше стали на 10,6 %, чем стали марки С440 и на 19,3 % больше чем стали С550, по таким показателям как трудоёмкость выполнения работ, продолжительность выполнения работ и стоимость надстройки, надстройка из стали С245 находятся в более выигрышном положении, но в незначительной разнице в пределах 2-4%, так как эта сталь значительно дешевле на 28 и 33 % по сравнению со сталью С440 и С550, соответственно. Использовать же высокопрочные стали С440 и С550 редко применяемые в строительстве, на данных типах надстроек не рационально.

2. Установлено, что применение малоуглеродистой стали типа С245(Ст3) в металлической 7-ми и 11-ти этажной надстройке, обеспечивает значительное снижение металлоемкости готовых конструкций и снижение их себестоимости по сравнению с надстройкой из монолитного железобетона. Из приведенного расчета экономическая эффективность применения 7-ми этажной надстройки составляет более 48 млн. руб. (152,7 %) и 66 млн. руб. (137,6 %) при 11-ти этажной надстройке. Трудоёмкость сокращается на 275,3 % и 228,7 %, а продолжительность выполнения работ на 150 % и 122 % соответственно.

3. Таким образом, для дальнейшей разработки рекомендуется использовать вариант каркаса 7-ми и 11-ти этажей из стали С245, как наиболее экономически эффективного.

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Дальнейшие исследования будут направлены на разработку детализированных организационно-технологических решений по устройству 7-ми и 11-ти этажных надстроек из стали С245, как наиболее выгодного варианта реконструкции домов первых массовых серий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аверьянов, В.К. Концепция развития инженерной инфраструктуры при вторичной застройке жилых кварталов с одновременной реконструкцией домов первых массовых серий [Текст]. / Аверьянов В.К., Булгаков С.Н., Чистович С.А. // Промышленное и гражданское строительство. – 1997. – №2. – С. 4-13.

2. Булгаков, С.Н. Реконструкция жилых домов первых массовых серий и малоэтажной застройки [Текст]. – М.: Глобус, 2001. – 248 с.

3. Акимов, С.Ф. Рациональные организационно-технологические решения надстройки 5-ти этажных жилых домов серии 1-510/5 / С.Ф. Акимов, В.Т. Шалённый, Ф.Н. Акимов, В.Д. Малахов, М.О. Карабутов // Экономика строительства и природопользования. – №1(74). – 2020. – С. 117–130.

4. Жербин, М.М. Новая концепция модернизации и надстройки существующих малоэтажных жилых зданий до любого количества этажей / Жербин М.М., Большаков В.И. [Текст]. – Днепропетровск: Gaudemaus, 2000. – 50с.

5. Дмитриев, Б.В. Реконструкция пятиэтажной массовой застройки и экономичные способы ее проведения / Дмитриев Б.В., Якубович Г.Н. [Текст]. // Промышленное и гражданское строительство. – 1998. – №8. – С. 19 – 34.

6. Кролевец, С.В. Мансарды и надстройки жилых и общественных зданий [Текст]. / С.В. Кролевец // Промышленное и гражданское строительство. – 1997. – №6. – С.16-22.

7. Папирнык, Р.Б. Выбор и обоснование технологических схем возведения надстроек при реконструкции жилых домов: дисс...канд. техн. наук: 05.23.08. – Днепропетровск., 2001. – 202с.

8. Савйовский, В.В. Совершенствование организационно-технологических решений производства строительно-монтажных работ при реконструкции жилых и общественных зданий: дисс... к.т.н. 05.23.08. Харьков. – 1991.

9. Матвеев, Е.П. Индустриальные методы надстройки мансардных этажей / Е.П. Матвеев [Текст]. // Механизация строительства. – 1998. – № 5. – С. 24 – 31.

10. Шаленный, В.Т. Возможность сокращения сроков окупаемости инвестиций в энергосбережение путем учета и совершенствования и других ресурсосберегающих мероприятий при реконструкции [Текст]. / Шаленный В.Т., Мороз В.В. // Строительство и реконструкция. – 2016. – №6(67). – С. 108-115.

11. Шаленный, В.Т. Учет окупаемости инвестиций при выборе проекта реконструкции с утеплением гражданских зданий [Текст]. / В.Т. Шаленный // Коммунальное хозяйство городов. – Киев: Техника. – 2002. – Вып.39. – С. 374 – 378.

12. Аверьянов, В.К. Концепция развития инженерной инфраструктуры при вторичной застройке жилых кварталов с одновременной реконструкцией домов первых массовых серий [Текст] / В.К. Аверьянов, С.Н. Булгаков, С.А. Чистович // Промышленное и гражданское строительство. – 1997. – № 2. – С. 51-55.

13. Акимов, С.Ф. Реновации как направление воспроизводства жилищного фонда [Текст]. / С.Ф. Акимов, В.Д. Малахов // Экономика строительства и природопользования. – 2017. – №2. – С. 3-8.

14. Тимощук, О.А. Совершенствование технологии надстройки типовых жилых зданий [Рукопись]: дис. ... канд. техн. наук: 05.23.08: защищена 22.10.2002 / О.А. Тимощук; науч. рук. работы Г.М. Бадьин; Федеральное агентство по образованию, Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – СПб., 2002. – 185 с.

15. Березюк, А.М. Реконструкція промислових та цивільних будівель: навч. посібник [Текст]. / А.М. Березюк, В.Т. Шаленний, К.Б. Дікарев, О.О. Кириченко // Дніпропетровськ: ТОВ «ЕНЕМ», 2010. – 188 с.

16. Афанасьев, А.А. Реконструкция жилых зданий: учебное пособие [Текст]. / А.А. Афанасьев, Е.П. Матвеев. – М.: ОАО "ЦПП", 2008 – Ч.1: Технологии восстановления эксплуатационной надежности жилых зданий. – 234 с.

17. Афанасьев, А.А. Реконструкция жилых зданий: учебное пособие [Текст]. / А.А. Афанасьев, Е.П. Матвеев. – М.: ОАО "ЦПП", 2008. – Ч.2: Технологии реконструкции жилых зданий и застройки. – 252 с.

18. Акимов, С.Ф. Вторая жизнь 5-ти этажных домов первых типовых серий / С.Ф. Акимов, А.С. Юзькив // Сборник тезисов участников Международного студенческого строительного форума – 2019 «Инновационное развитие строительства и архитектуры: взгляд в будущее». – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2019. – С. 136-139.

19. Романенко И.И. Направление реконструкции полносборных пятиэтажных домов массового жилищного строительства [Текст]. / Романенко И.И., Романенко Е.И. // Коммунальное хозяйство городов. – Вып.25. – 2000. – №9. – С. 32 – 40.

20. Шихов, А.Н. Реконструкция гражданских и промышленных зданий: монография [Текст]. / А.Н. Шихов // М.-во с.-х. РФ, ФГБОУ ВПО Пермская гос. с.-х. акад. им. акад. Д.Н. Прянишникова. – Пермь: ИПЦ Прокрость, 2015. – 399 с.

21. Верстов, В.В. Технология ускоренной сборки мансардных этажей зданий [Текст]. / В.В. Верстов, Г.М. Бадьин, О.А. Тимощук // Сборник докладов международной научно-технической конференции. – СПб.: БИТУ, 1998. – С. 245-247.

22. Савйовский, В.В. Ремонт и реконструкция гражданских зданий [Текст]. / В.В. Савйовский, О.Н. Болотских. – Харьков: Ватерпас, 1999. – 288 с.

23. Савйовский, В.В. Вторая жизнь пятиэтажных жилых домов первых массовых серий // Строительство Украины. – 2000. – №3. – С. 44 – 48.

24. Грабовский, П.Г. Реконструкция и обновление сложившейся застройки города: учебное пособие для вузов / П.Г. Грабовский, В.А. Харитонов // М.: АСВ, Реалпроект, 2006. – 624 с.

25. Щеглова, О.Ю. Организационно-технологические решения реконструкции 5-ти этажных жилых домов с использованием надстройки: дис...канд.. техн. наук: 05.23.08. – Днепропетровск., 2005. – 216с.

26. ГОСТ 27772-2015 «Прокат для строительных стальных конструкций. Общие технические условия». [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200133727>.

RECONSTRUCTION OF RESIDENTIAL BUILDINGS OF THE FIRST MASS SERIES WITH USE OF A HIGH-RISE SUPERSTRUCTURE OF STEEL

Shalenny V.T., Akimov S.F., Malahov V.D.

V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea

Annotation. The article presents the results of theoretical and experimental research aimed at developing and improving structural and organizational and technological solutions in projects for the reconstruction of five-story residential buildings of mass development, developing and improving methods of economic justification, measures to reduce the cost of the two considered options, the comparison of which will increase the efficiency of this type of reconstruction using a load-bearing steel frame.

Keywords: buildings of the first mass series, reconstruction of residential buildings, superstructure of the attic floor.