

УДК 69.032.22:658.512.4

## АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ ВОЗВЕДЕНИЯ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО И ЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО КАРКАСОВ

*к.т.н., доц. Заяц Е.И.*

*Государственное высшее учебное заведение «Приднепровская  
государственная академия строительства и архитектуры»,  
г. Днепропетровск*

**Постановка проблемы и ее связь с научными и практическими задачами.** Дефицит свободных земельных участков, пригодных для строительства, и их высокая стоимость, особенно в центральных районах крупных городов, обуславливают необходимость возведения высотных зданий и освоения подземного пространства.

Особенности высотного строительства проявляются при выборе функционального назначения высотных зданий, их объемно-планировочных и конструктивных решений, технологий возведения и методов организации выполнения работ [1; 2].

Таким образом, задача увеличения этажности гражданских зданий является актуальной и требует дальнейших исследований.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Исследованиям в области технологии высотного строительства посвящены научные труды Г.В. Бадеева [3], В.И. Большакова [4; 5], Д.Ф. Гончаренко [6], О.Н. Дьячковой [8], М.М. Жербина [9], А.Н. Пшинько [11], В.И. Торкатука [13], Х. Цзиньчао [14] и других ученых и специалистов.

Градостроительные и архитектурно-конструктивные проблемы высотного строительства освещены в трудах И.В. Григорьева [7], Т.Г. Маклаковой [10], В.А. Мир [16], В. Шуллера [15] и других.

Вместе с тем сегодня отсутствует исчерпывающий научно обоснованный метод прогнозирования продолжительности и стоимости возведения высотных зданий с учетом объемно-планировочных, конструктивных, организационно-технологических решений.

Основополагающими при разработке конструктивного решения высотного здания являются выбор конструктивной системы и материала несущих конструкций, наряду с решением отдельных конструктивных элементов, обеспечивающих устойчивость, надежность и безопасность эксплуатации высотных зданий [10]. В связи с этим **целью статьи** является анализ вариантов возведения высотных зданий с применением металлических и железобетонных каркасов.

**Изложение материала.** Человечество стремится достигнуть максимума своих возможностей. В строительстве это выражается, например, в возведении высотных зданий. Здесь к уже обозначенному стремлению прибавляется практичность и функциональность, экономичность и комфорт.

Согласно с [1], высотными являются здания с условной высотой от 73,5 м до 100 м включительно.

Проектирование высотных зданий – это сложный и ответственный процесс, и на каждом объекте решаются новые проблемы и задачи.

Прежде всего, это большие строительные объемы. Как следствие – большой объем задач на всех этапах проектирования: разработка конструктивной схемы и ее анализ, проведение расчетов и оценки результатов, конструирование элементов по данным расчетов, разработка проектной документации. Особенно важна проработка нескольких вариантов проекта.

При проработке вариантов происходит выбор решения по материалу каркаса.

Традиционным материалом несущих конструкций в многоэтажном гражданском строительстве является железобетон. Однако он обладает значительной массой, большими габаритами конструкций и требует существенных энергозатрат и финансовых ресурсов на транспортировку конструкций к месту строительства и подъем их в проектное положение [4].

Использовать в качестве несущих элементов легкие стальные конструкции, исключив тяжелый железобетон, было предложено В.И. Большаковым и М.М. Жербиным при разработанном ими способе реконструкции гражданских зданий с наращиванием этажей «Фламинго».

В основу способа повышения этажности здания или его частей системы «Фламинго» заложены следующие основные положения:

- автономность конструктивно-планировочных решений, т.е. не передавать никаких дополнительных нагрузок на существующие надстраиваемые здания;

- все несущие элементы надстройки выполняются из легких стальных конструкций, исключив тяжелый железобетон;

- в комбинированном варианте металла с железобетоном применять последний в качестве монолитного ядра жесткости, а металл – для порталных и образующих с ними главных поперечных несущих рам [4].

Вариантное сравнение железобетонных рамных конструкций с металлическими показало значительное преимущество последних по весу конструкций, нагрузкам на дополнительные фундаменты, конечной стоимости реализованного проектного решения на 1 м<sup>2</sup> жилой площади, а также по срокам возведения.

Анализ применения высокопрочных сталей в надстройках и направлений использования стальных каркасов в жилищно-гражданском строительстве за рубежом позволяет сделать вывод о необходимости пересмотра отечественных подходов к целевому использованию металла и в каждом конкретном случае поиска наиболее эффективной расчетной схемы сооружения или комбинации металла с железобетоном [4].

Рассмотрим аргументы в пользу применения решения по применению стального каркаса многоэтажных и высотных зданий. 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 которых возведенное здание будет иметь наилучшие показатели.

Главнейшими из этих показателей, хотя и не абсолютными, 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 –  $\text{м}^3/\text{м}^2$ . В зарубежной практике зачастую эти показатели относят не к одному квадратному метру, а к одному кубическому метру объема всего здания.

Анализ и исследование построенных зданий со стальными каркасами, как в Украине, так и за рубежом, показывают большой разброс показателей и зависимость их от значительного количества обстоятельств, помимо оптимальности системы каркасов. Поэтому оценка качества проекта многоэтажного здания со стальным каркасом не может проводиться только с позиций расхода металла и железобетона, но и должна отвечать ряду основных требований, например:

- общая стоимость строительства зданий;
- сроки строительства;
- показатели архитектурно-планировочных решений и величина наземной массы зданий;
- величина максимальной горизонтальной деформации верха здания;
- затраты стали на каркас;
- то же арматурной стали;
- объем железобетона и др. [5].

С учетом перечисленных требований к преимуществам применения стальных каркасов можно отнести снижение общего веса здания, а следовательно и уменьшение нагрузки на основание, упрощение прокладки основных и дополнительных коммуникаций, возможность иметь свободное внутреннее пространство, не отягощенное мощными колоннами, с большей реализуемой площадью этажей за счет небольших поперечных размеров несущих вертикальных элементов.

Основополагающая особенность металлического каркаса – универсальность использования внутреннего пространства как одного, так и нескольких этажей, что является немаловажным преимуществом предлагаемых на рынке помещений для аренды.

Опыт эксплуатации высотных коммерческих зданий за рубежом показывает, что крупные компании занимают сразу несколько смежных этажей и, как правило, предпочитают устраивать для собственной безопасности и удобства передвижения внутриофисные лестницы, лифты, организовывать «второй свет» – двухэтажное пространство, что требует больших проемов и способствует передаче дополнительных нагрузок на перекрытие.

Часто приходится сталкиваться с необходимостью устройства внутри офисного помещения функциональных пространств, фактическая нагрузка в которых во много раз превышает проектную (архивы, оборудование и т.д.).

Стальные конструкции позволяют произвести как демонтаж перекрытий, усиление колонн, периметральных балок, так и восстановление их проектных характеристик в будущем при необходимости.

В здании с железобетонным каркасом выполнение подобных манипуляций с несущими конструкциями сопряжено со значительными трудностями по усилению и переопиранию конструкций. Восстановление в первоначальном виде почти не представляется возможным.

Вместе с неоспоримыми преимуществами применения металлического каркаса для высотных зданий необходимо отметить некоторые дополнительные трудности, возникающие при проектировании и строительстве в сравнении с «классическим» железобетонным каркасом.

Прежде всего, следует отметить продолжительный подготовительный период и организационные сложности, связанные с заказом металла, изготовлением и перевозкой его к месту монтажа, что под силу далеко не всем подрядным организациям.

Требуется огнезащита для всех металлических конструкций.

Возведение высотных зданий требует наличия определенной специфичной номенклатуры металлоизделий.

В связи с «легкостью» здания возникает необходимость в более тщательной его проверке на действие пульсаций ветровой нагрузки для комфортного пребывания людей на верхних этажах.

**Выводы.** Проведенный краткий анализ применения металлических и железобетонных каркасов при возведении высотных зданий говорит о перспективности использования металлических каркасов в практике высотного строительства.

При этом изучение данного вопроса позволяет сделать вывод, что работы, связанные с проектированием и возведением зданий с применением металлического каркаса имеют как преимущества, так и недостатки. Учитывая вышеизложенное, можно сделать вывод о необходимости, при принятии решения в пользу металлических или железобетонных конструкций при возведении высотных зданий, проведения сравнительного анализа перечисленных выше факторов, обеспечивающих наибольшую экономичность и возможность принятия объемно-планировочных решений, удовлетворяющих требованиям инвесторов (заказчиков).

### ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Будинки і споруди. Проектування висотних житлових і громадських будинків: ДБН В.2.2-24:2009. – Офіц. вид. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 103 с.
2. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1-5-2009. – Офіц. вид. – К.: Мінрегіонбуд України, 2011. – 61 с.
3. Бадеян Г.В. Технологические основы возведения монолитных железобетонных каркасов в высотном жилищном строительстве: дисс. ... доктора техн. наук: 05.23.08 / Г.В. Бадеян. – К., 2000. – 409 с.

4. Большаков В.И. Использование сталей повышенной прочности в новом высотном строительстве и реконструкции / В.И. Большаков, О.В. Разумова. – Днепропетровск: Пороги, 2008. – 214 с.
5. Большаков В.И. Основы формообразования стальных каркасов многоэтажных и основанных зданий / В.И. Большаков, М.М. Жербин, О.В. Разумова. – Днепропетровск: ПГАСиА, 2003. – 124 с.
6. Гончаренко Д.Ф. Возведение многоэтажных каркасно-монокристаллических зданий: Монография / Д.Ф. Гончаренко, Ю.В. Карпенко, Е.И. Меерсдорф; под ред. Д.Ф. Гончаренко. – К.: А+С, 2013. – 128 с.
7. Григорьев И.В. Типологические особенности формирования высотных многофункциональных жилых комплексов: дисс. ... канд. арх.: 18.00.02 / И.В. Григорьев. – М., 2003. – 232 с.
8. Дьячкова О.Н. Системная оценка параметров технологий возведения жилых многоэтажных зданий: дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.08 / Дьячкова Ольга Николаевна. – СПб., 2009. – 147 с.
9. Жербин М.М. Новая концепция модернизации и надстройки существующих малоэтажных жилых зданий до любого количества этажей / М.М. Жербин, В.И. Большаков. – Днепропетровск, 2000. – 50 с.
10. Маклакова Т.Г. Высотные здания. Градостроительные и архитектурно-конструктивные проблемы проектирования: Монография / Т.Г. Маклакова. – М.: Издательство АСВ, 2008. – 160 с.
11. Пшинько А.Н. Сборно-монокристаллическое строительство в Украине: проблемы и перспективы / А.Н. Пшинько, Н.И. Нетеса, Д.В. Паланчук // Строительство, материаловедение, машиностроение. – Днепропетровск: ПГАСА, 2008. – Вып. 47. – С. 484-488.
12. Современное высотное строительство: Монография / [Айрапетов А.Б., Абрамов А.М., Айрумян Э.Л. и др.]; под ред. Н.М. Щукиной. – М.: ГУП «ИТЦ Москомархитектуры», 2007. – 440 с.
13. Торкатюк В.И. Строительство многоэтажных каркасных зданий / В.И. Торкатюк, С.Н. Соколовский, Л.Н. Покрасенко. – М.: Стройиздат, 1989. – 368 с.
14. Хэ Цзиньчао. Сто высотных зданий. Примеры объемно-планировочных решений / Хэ Цзиньчао, Сунь Лицзюнь; пер. с кит. Ян Бинхао; научн. ред. Т.Г. Маклакова. – М.: Изд-во АСВ, 2007. – 132 с.
15. Шуллер В. Конструкции высотных зданий: пер. с англ. / В. Шуллер. – М.: Стройиздат, 1979. – 248 с.
16. Mir V.A. Evolution of concrete skyscrapers: from Ingalls to Jin mao / V.A. Mir // Electronic Journal of Structural Engineering. – 2001. – Vol. 1. – № 1. – P. 2-14.