

ШИРЕ ПРИМЕНЯТЬ СТРОИТЕЛЬНЫЕ СТАЛИ ПОВЫШЕННОЙ И ВЫСОКОЙ ПРОЧНОСТИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕКОНСТРУКЦИИ ЖИЛЬЯ

Большаков В.И.*, Разумова О.В.*, Жербин М.М.**

*Приднепровская государственная академия строительства и архитектуры

**Киевский Национальный университет строительства и архитектуры

Введение

Новая парадигма развития украинских городов в пределах прежних территорий предполагает новое высотное строительство и комплексную реконструкцию районов, застроенных домами первых массовых серий [1]. Оба эти направления должны широко применяться для своего осуществления строительные стали [2]. Причем с повышением этажности роль сталей повышенной и высокой прочности будет возрастать [3].

Разработке сталей повышенной и высокой прочности в СССР в 60-е годы прошлого столетия уделялось большое внимание, и наша страна лидировала в научных исследованиях по разработке хорошо свариваемых высокопрочных строительных сталей бейнитного класса типа 14X2ГМР [3].

При этом сталь рассматривается как отличный современный строительный материал, материал XXI века, способный капитально упростить, удешевить и сократить сроки строительства, т.е. усовершенствовать и во многом осовременить технологию ведения строительных работ.

Сказанное является важным еще и потому, что многие десятилетия строительство в странах СНГ (и в Украине) 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 стали легче аналогичных железобетонных в 7 – 10 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 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 [2].

Проблема сохранения и модернизации существующих в Украине и других странах СНГ типовых массовых трех- и пятиэтажных жилых домов встала перед градостроителями в последние годы особенно остро.

Это объясняется рядом причин и прежде всего тем, что в указанных домах квартиры обладают жилой площадью и малыми вспомогательными помещениями, отсутствуют мусоропроводы и лифты, а наружные стены промерзают. Все это резко снизило условия проживания и создает много бытовых неудобств.

Массовое строительство таких домов, начатое еще в 1950-х годах, преследовало цель в кратчайшие сроки обеспечить жильем население страны, находящееся после окончания Великой Отечественной войны в крайне тяжелых бытовых условиях. И их возведение позволило многим людям выйти из подвалов, коммунальных квартир, комнат, где проживают по две семьи в маленькие, но отдельные квартиры с необходимыми удобствами и послужило началом развития крупного государственного домостроения.

Жилой фонд домов первых массовых серий составляет 71,4млн. м² общей площади (табл. 1), которая составляет 22,46% от городского многоквартирного жилого фонда Украины [1], по этому состоянию жилого фонда домов первых массовых серий заслуживает внимания и решения всех проблем, связанных с его эксплуатацией. Всего в Украине насчитывается 25573 пятиэтажных зданий первых массовых серий индустриального производства [2].

Таблица 1

Площадь жилого пятиэтажного фонда первых массовых серий индустриального домостроения в некоторых областях Украины

Область	S,(млн.м ²)	Область	S,(млн. м ²)
Донецкая	15,7	Винницкая	4,8
Луганская	10,06	Черниговская	3,5
Киевская	6,6	Львовская	3
Одесская	6,22	А Р Крым	2,53
Днепропетровская	6,14	Николаевская	2,5
Харьковская	5,18	остальные	5,17
ВСЕГО по УКРАИНЕ		-	71,4 млн. м ²

В ряде областей Украины (Луцкой, Ровенской и др.) «проблема пятиэтажек» не стоит так остро, как, например, в Донецкой, Луганской, Днепропетровской областях (диагр.1). Проанализировав статистические данные Госстроя Украины [2] можно сделать вывод о том, что решение проблем, связанных с пятиэтажными жилыми зданиями наиболее актуальны для 6-ти областей Украины (Донецкой, Луганской, Днепропетровской, Киевской, Одесской, Харьковской), менее актуальны для Винницкой, Львовской, Николаевской и др., а также для Автономной Республики Крым (диагр.1). Актуальность рассматриваемой проблемы для целого ряда регионов Украины не оставляет никаких сомнений.

Однако, в настоящее время, на пороге третьего тысячелетия требования к жилищно-бытовым условиям резко изменились. Люди хотят иметь удобные 2-х – 5-ти комнатные квартиры, с хорошими большими кухнями, санузлами, подсобными помещениями, лоджиями в домах, оборудованных лифтами и мусоропроводами.

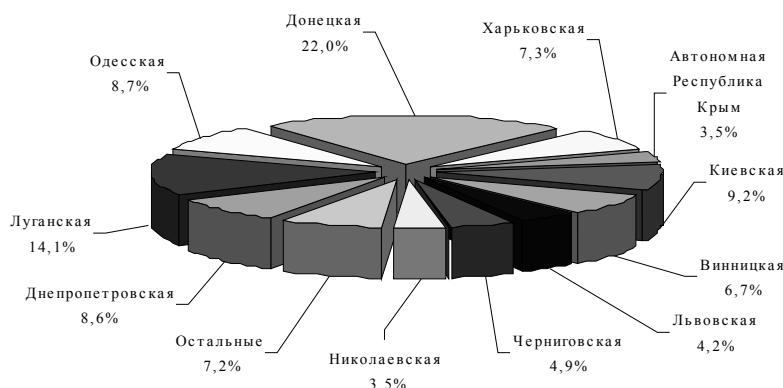


Рис.1. Процентное соотношение количества домов первых массовых серий по областям Украины.

В современных условиях градостроительства такие улучшенные дома могут возводиться только на свободных площадках, в основном на окраинах городов. Вместе с тем многие районы последних, в которых проживает большая часть населения, застроены типовыми трех-, пятиэтажными домами постройки 50-60 годов, реконструкция и модернизация которых традиционными способами крайне затруднительна, и практически не производится, дома постепенно разрушаются, а люди продолжают жить все в тех же трудных условиях.

Таким образом, 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 представляет серьезную государственную градостроительную проблему.

В этой связи авторами этой работы предложены и разработаны новые концепция и метод модернизации с надстройкой до любого уровня этажей 10-15-20 существующих малоэтажных зданий, вне зависимости от их состояния, с применением нетрадиционных материалов и конструкций. Концепция предусматривает получение в надстраиваемых этажах современных квартир и существенное улучшение последних в существующей части здания [3].

Концепция докладывалась на ряде республиканских и международных конференциях и симпозиумах, и была одобрена. Исследования и опытно-конструкторские работы по надстройке различных зданий проводились в Киевском государственном техническом университете строительства и архитектуры и Приднепровской государственной академии строительства и архитектуры и показали жизнеспособность предлагаемой концепции.

ХАРАКТЕРИСТИКА НОВОЙ ПРЕДЛАГАЕМОЙ КОНЦЕПЦИИ НАДСТРОЙКИ ЗДАНИЙ

1. Основные предпосылки концепции

Изыскание наиболее эффективных путей надстройки любых существующих малоэтажных зданий всегда привлекало строителей, хотя практическое повышение домов редко находило реальное воплощение. Последнее объяснялось рядом сложностей, преодоление которых удавалось с большим трудом. Главными из них были недостаточная прочность существующих стен, фундаментов и грунтов, что во многих случаях не позволяло осуществлять надстройку.

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.

Здесь следует сказать, что любые мансардные помещения, т.е. объемы в зоне крыш, с наклонными стенами, легко охлаждаемые зимой и чрезмерно нагреваемые летом, с неудобными окнами, по своей сути являются ущербными и представляют собой попросту улучшенный чердак. Вместе с тем в строительной практике такие помещения имеют место. Мансарды были предложены французскими архитекторами Ф. Монсара и Ж. Ардуэна Монсара, впервые построившими такие помещения, которые были названы их именем. К этому нужно добавить, что обычно в зданиях с мансардами отсутствует вертикальный транспорт, а устройство лифтов при такой надстройке зданий и подходов к ним осложняет планировочные и конструктивные решения.

Особенно остро указанная проблема встала в последнее время в связи с необходимостью сохранения и модернизации массовых типовых трех-пятиэтажных жилых домов, построенных в больших количествах в 1950-70 годах в Украине, странах СНГ и некоторых других государствах (в Польше, Германии). Эти дома, не украшающие города, возводились без лифтов и мусоропроводов, с тонкими легко промерзаемыми наружными стенами, с заниженными площадями квартир, мало приспособленных для нормального проживания и в настоящее время требуют существенной реконструкции с обязательной надстройкой, без которой их модернизация бессмысленна.

К числу неудачных попыток повышения таких зданий можно отнести основные две: стремление использовать существующие стены и фундаменты в качестве оснований для надстраиваемых 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.

В свете изложенного и в результате широкого круга исследований и опытного проектирования, была выдвинута новая концепция реконструкции и надстройки существующих зданий до любого количества этажей, вне зависимости от состояния существующих стен, фундаментов и грунтов и позволяющая получить благоустроенные квартиры в надстраиваемой части и

улучшить условия проживания в существующей.

2. Суть предлагаемой концепции

В основу концепции заложены два главных положения:

1. Не передавать на существующее надстраиваемое здание никаких дополнительных нагрузок.
2. Все несущие элементы выполнять из легких стальных конструкций, исключив тяжелый железобетон.

Для этого надстраиваемое здание обхватывается с зазором поперечными решетчатыми стальными порталными рамами, устанавливаемыми на специальные фундаменты, расположенные с наружной стороны существующих стен (рис. 1). Эти рамы, не соприкасающиеся с надстраиваемым домом и объединенные системой связей образуют жесткое основание для возведения на нем любого количества этажей, не передавая при этом на существующее здание никаких силовых воздействий. Добавляемые этажи удерживаются также стальным каркасом, опирающимся на порталные рамы и образуют с ними и главные поперечные несущие рамы.

Верхняя часть этих рам представляет собой набор модулей, оригинальных систем, поставленных один на другой в зависимости от количества надстраиваемых этажей (рис. 2,б). Обычно модуль объединяет пять этажей (хотя их количество может быть и иным). Тогда при надстройке пятиэтажных зданий до 10 этажей поперечная несущая рама будет состоять из нижней порталной (рис. 2,а) и одного пятиэтажного модуля (рис. 2,в). При надстройке до 15 этажей - из порталной рамы и двух модулей по пять этажей (рис. 2,г), до 20 этажей - из порталной рамы и трех модулей по пять этажей (рис. 2,д).

При надстройке трехэтажных зданий до 9 этажей, верхний модуль объединяет 6 этажей. Дальнейшее повышение осуществляется так же как описано выше. Системы модулей могут быть различны.

В качестве основных ограждающих конструкций в предлагаемой концепции рекомендуются: для наружных надстраиваемых стен - легкие навесные трехслойные панели с минераловатным утеплителем, для междуэтажных перекрытий - типовые многослойные железобетонные плиты, выпускаемые в Украине, хотя могут быть и другие решения. В качестве фундаментов под стальной каркас - буронабивные сваи.

Дополнительными условиями при проведении реконструкций являются: исключение пробивки любых проемов в наружных железобетонных стенах панельных домов (в кирпичных это возможно); для выходов к лоджиям необходимо использовать имеющиеся проемы.

Концепция позволяет реконструировать и надстраивать любые малоэтажные здания, в том числе в густо застроенных частях городов, сохранять и модернизировать дома в свете современных градостроительных требований.

Оформление фасадов модернизированных зданий может быть различным. На рис. 3 показан пример решения главного фасада надстроенного до 9 этажей типового трехэтажного двухсекционного дома (из проекта реконструкции одного из домов Жовтневого района г. Киева).

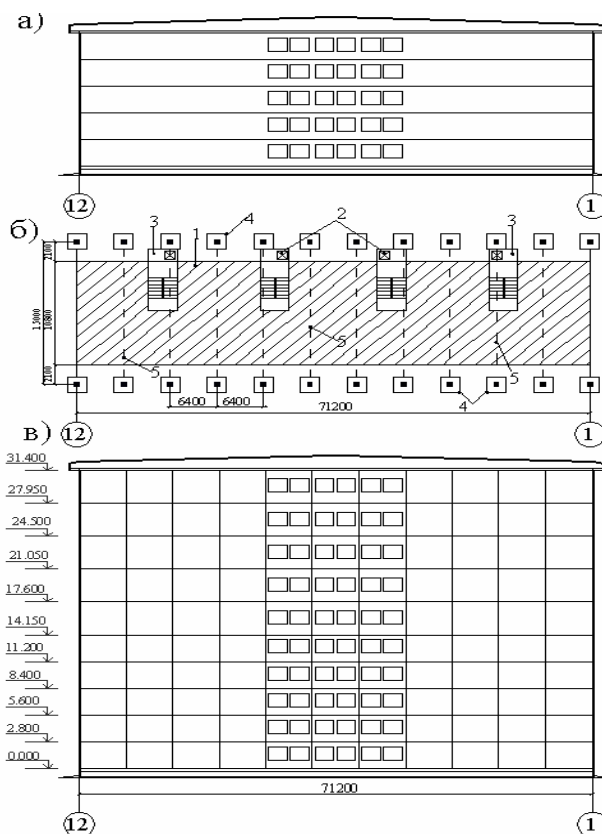


Рис. 2. 1. Общие принципы надстройки:

- а - существующее 5-этажное здание, б - размещение фундамента под стальной каркас, в - надстроенное здание до 10 этажей,
1 - габаритный план здания,
2 - лифты, 3 - мусоропроводы, 4 - фундаменты под стальной каркас,
5 - поперечные порталные рамы.

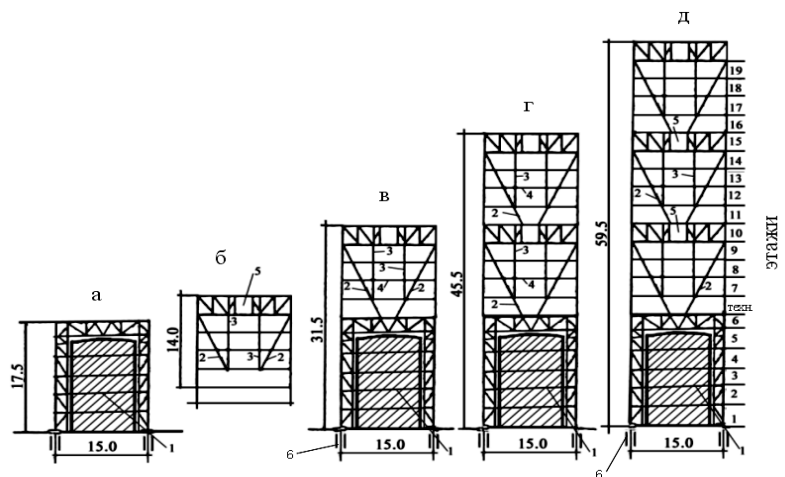


Рис. 2.2. Схемы образования стального каркаса (несущих поперечных рам):

а - нижняя порталная рама, б - надстраиваемый модуль, в - надстройка до 10 этажей, г - тоже до 15 этажей, д - тоже до 20 этажей; 1 - существующее здание, 2 - диагонали жесткости, 3 - подвеска этажей, 4 - междуэтажные балки-ригели, 5 - проемы для прохода, 6 - буронабивные сваи.

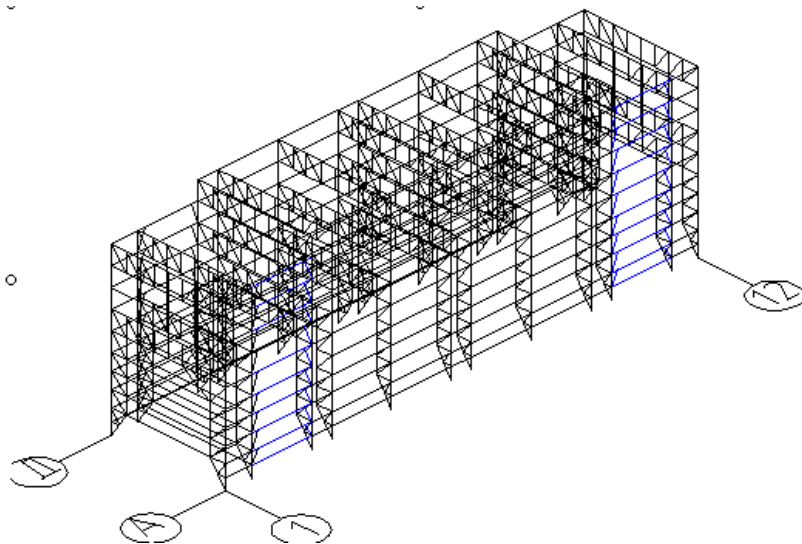


Рис. 3. Пространственная схема стального каркаса надстройки.

3. Эффективность применения стальных конструкций в жилищно-гражданском строительстве и опыт их использования в зарубежной практике.

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 Украине и бывшем Советском Союзе строительство жилых зданий осуществлялось и выполняется в настоящее время либо в железобетонных панельных конструкциях, чему способствует развитая база строительной индустрии; либо в кирпиче и кирпичных балках. Применение стальных конструкций в жилищном строительстве по причине якобы значительно большего расхода металла против зданий в железобетоне, бывшим Госстроем СССР было категорически запрещено и ни одно жилое здание со стальными каркасами ни в Украине ни в странах СНГ возведено не было. Вместе с тем за рубежом использование стальных каркасов в жилищно-гражданском строительстве находит широкое развитие и их применение насчитывает свыше 120 лет (рис. 4).

Проведенное исследование металлоемкости и затрат железобетона зарубежных гражданских зданий со стальными каркасами, сравнение их с ранее построенными в Украине и СНГ типовыми жилыми пятиэтажными и ныне возводимыми многоэтажными железобетонными домами, показало следующее.

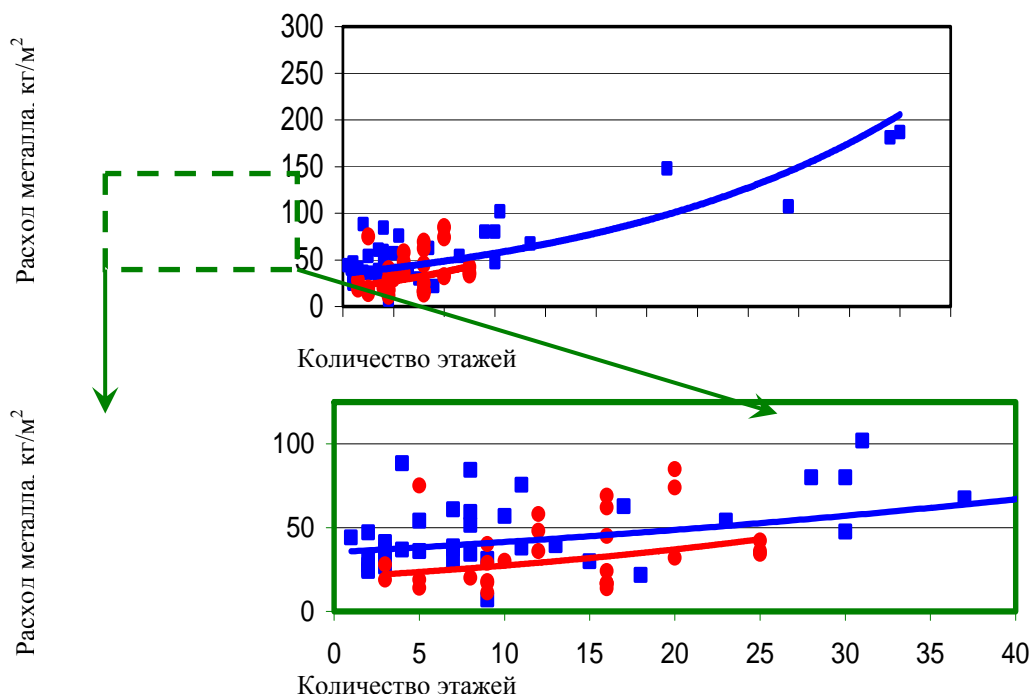


Рис.7. Сводный график материалоемкости зданий:

- – здания со стальными каркасами,
- – железобетонные здания.

Были рассмотрены 39 зарубежных гражданских зданий с металлическими каркасами, различных назначений и высоты, построенных в Европе и Америке в 1960-70 годах (табл. 1). Несмотря на наблюдаемый известный разброс в затратах металла, исследование позволило установить ориентировочную зависимость металлоемкости от этажности зданий и построить кривые затрат металла на один квадратный метр общей площади здания (сумма площадей всех этажей) в зависимости от количества этажей (рис. 6): нижняя кривая для временных нагрузок до 300 кг/м² и верхняя для нагрузок 500 кг/м² и больше. Заштрихованный участок между кривыми дает средние значения. Эти кривые, несмотря на некоторую их условность показывают, что затраты металла в зданиях со стальными каркасами высотой 10-30 этажей колеблются в пределах от 22 до 50-60 кг/м². В возводимых в Украине типовых железобетонных домах высотой до 16 этажей эти затраты находятся в пределах 30-50 кг/м². Если их сопоставить с зарубежными металлическими домами одинаковой высоты, то как видно расход металла в железобетонных примерно равен, а в отдельных случаях и превышает дома со стальными каркасами (на рис. 6 обозначены точками в кружочках). Имеются случаи, когда затраты металла в зданиях со стальными каркасами намного ниже аналогичных домов в железобетоне. Так, например, 18-этажная гостиница "Альфа" в Амстердаме, построенная в 1968-71 году, имеет расход металла 21,6 кг/м², против 40-50 кг/м² в типовых 16-этажных домах, возводимых в Киеве. В 15-этажном административном здании во Франции расход металла составляет 29,9 кг/м², в 30-этажном административном здании в Лондоне 47,5 кг/м² и др.

Таким образом, перерасход металла в зданиях со стальными каркасами против железобетона не наблюдается и бытующее мнение о якобы неэффективности использования стальных конструкций в жилищно-гражданском строительстве можно считать необоснованным.

Таблица 2

Расход основных строительных материалов
в жилищно-гражданских зданиях со стальными каркасами за рубежом

№ пп	Тип здания	Кол-во этажей	Год постройки	Страна, город	Затраты на 1м ² общей площади			Примечание	
					металла	Арматурн. стали, кг/м ²	ж/б м ³ /м ²		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Жилое	2	1967	Швейцария	47,9	14/15	-		
2	Жилой многоквартирный	1	1963	Швеция, Ландскруне	44,0	3,0	0,04		
3	Жилой павильон	2	1971	Швейцария	24,0	0,5	0,02		
4	Жилой многоквартирный	3	1968-1969	Лондон	36,7	-	-		
5	Комплекс жилых домов	5	1968-1969	Франция, Руан	36,0	-	-	25 зданий 500 квартир	
6	Жилой	17	1966-1967	Брюссель	62,7	-	-		0,08

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7	Жилые кварталы	28 и 31	1960	Великобритания, Балорнок	80	-	-	8 зданий на 1356 квартир
8	Детский городок	2	1966-1967	ФРГ, Миюльгейм	27,8	-	-	7 корпусов на 60 детей
9	Детский сад	2	1970-1971	ФРГ, Берлин	31,9	-	-	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	Гостиница «Дю Лак»	11	1969-1972	Туннис	75,6	12,2	0,06	Сложная архит. форма, консольные этажи
11	Гостиница «Альфа»	18	1968-1971	Аистердам	21,6	7,7	0,2	
12	Гостиница «Жюли»	10	1968-1971	Рим	57,0	-	-	
13	Госпиталь	3	1964-1965	Великобритания, Кент	31,8	-	-	
14	Поликлиника	3	1965	США, Солт Лейн	41,3	2,7	0,12	
15	Больница скорой помощи	8	1967-1972	Вена	84,4	12,2	0,22	Большие нагрузки, особые условия
16	Гимнастическая школа	7	1968-1970	Швейцария, Магглинген	29,8	19,9	0,3	Горная местность
17	Высш. техн. уч. заведение	4	1968-1970	Швейцария, Бругт-Виндиш	36,9	-	-	Трубчатые колонны
18	Средняя школа	9	1971-1973	Чикаго	65,9	7,5	0,28	Большие нагрузки
19	Здание студ. самоуправл	3	1968-1969	Брауншвейг	26,7	-	-	
20	Спортивная академия	4	1971-1972	Мюнхен	88,3	-	-	Большие нагрузки
21	Техн. инстит. металлургии	3	1968-1969	Дюссельдорф	35,7	-	-	
22	Технические институты	3	1968-1969	Франция, Аннап	31,6	-	-	
23	Факультет высш. техн. школы	23	1964-1969	Нидерланды	54,0			Большие нагрузки
24	Крытый рынок	7	1970-1971	Бремен	37,4	9,5	0,04	
25	Торговый центр	8	1968-1970	Берлин	51,5	10,7	0,16	Нагрузки до 1000 кг/м ²
26	Библиотека	11	1966-1968	Париж	38,0	8,1	0,14	Большие нагрузки
1	2	3	4	5	6	7	8	9
27	Здание Бунте стага	31	1966-1968	ФРГ, Бонн	102	81	0,14	Особые условия
28	Конструк. бюро	5	1971-1972	ФРГ, Лангрехарген	54,1	2,5	0,24	Круглой формы, особые условия
29	Админ. здание	7	1964-1968	ФРГ, Мюнхен	60,8	12,3	0,23	
30	Админ. здание нефт. комп.	7	1965-1966	Рим	38,8	-	-	
31	Админ. здание	8	1965-1966	Франция, Сан-Дени	59,2	-	0,28	Особые условия
32	Админ. здание страх. комп.	30	1964-1969	Лондон	47,5	-	-	Особые условия
33	Админ. здание «Банкрасхов»	13	1968-1970	Нидерланды, Амстердам	39,4	15,2	0,15	Ж/Б ядро
34	Здания пенсионной кассы	8	1972	Люксембург	34,2	-	-	Большие нагрузки
35	Админ. здание	15	1966-1968	Франция, Пуатье	29,9	-	-	На каркас высотной части
36	Здание страх. комп.	9	1968-1971	Брюссель	31,3	-	-	
37	Здание правления «Тур дю Миди»	37	1962-1966	Франция	67,4	-	-	Консольные балки перекрытий
38	Админ. здание Стальной индустрии	64	1967-1970	США, Питсбург	148,0	-	-	
39	Междунар. центр	110	1966-1973	Нью-Йорк	186,5	-	-	Особые условия

Здесь нельзя не отметить интересный 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 возможно только применяя стальные конструкции (рис. 7). Естественно, что в отдельных случаях затраты металла могут быть и выше, чем в железобетонных домах, что объясняется специфическими требованиями и назначениями зданий, особенностями планировки внутренних помещений и архитектурных решений, и, конечно, величиной временных нагрузок, достигающих в отдельных случаях 1000 кг/м^2 и более.

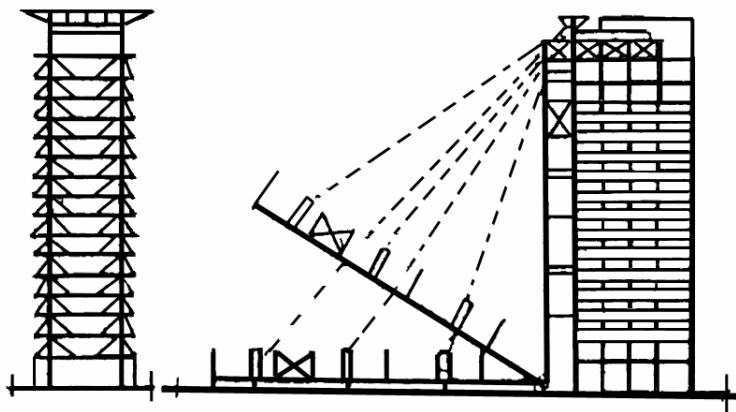


Рис. 8. Подъем 18 этажных стальных рам в собранном виде при строительстве гостиницы "Альфа" в Амстердаме.

Неожиданные результаты получены при исследовании металлоемкости отечественных типовых пятиэтажных домов, проектирования 50-60 годов. Для этого были привлечены 150 паспортов различных проектов типовых пятиэтажек. Их анализ показал в ряде случаев чрезвычайно высокие затраты металла, достигающие до 85 кг/м^2 площади здания, что соответствует зарубежным зданиям со стальными каркасами высотой 30-40 этажей (см. рис. 6, точки в квадратах на ординате 5-го этажа и табл. 2). Особый интерес, в свете рассматриваемой концепции, представляют затраты металла на стальные каркасы надстраиваемых пятиэтажных зданий. Проводимые исследования показали, что при надстройке до 10 этажей они колеблются в зависимости от типа здания и системы каркаса в пределах $30\text{-}32 \text{ кг/м}^2$ общей площади надстраиваемых этажей. При надстройке до 15 этажей - около 35 кг/м^2 , до 20 этажей - около 40 кг/м^2 (на рис. 6 показаны крестиками в квадратах). Как видно, расход металла на стальной каркас близок к затратам стали в железобетонных зданиях.

Средние затраты арматурной стали в зарубежных домах со стальными каркасами, требуемой, в основном, для междуэтажных перекрытий составляют около $8,0 \text{ кг/м}^2$ (см. рис. 6.-3), средний объем железобетона, расходуемый также на междуэтажные перекрытия, достаточно постоянен и равен около $0,17 \text{ м}^3/\text{м}^2$, что в 3 раза меньше, чем в железобетонных зданиях (см. рис. 6.-4). При надстройке домов эти показатели остаются примерно на том же уровне, хотя затраты арматурной стали могут снизиться примерно до $4\text{-}5 \text{ кг/м}^2$ [4-6].

Таблица 3

Затраты металла и железобетона на 1 м^2 полезной площади в типовых пятиэтажных домах (модификации серий не указаны)

№ п/п	Серии проектов	Кол-во квартир	Конструкции	Затраты на 1 м^2	
				металла, кг/м^2	железобетона, $\text{м}^3/\text{м}^2$
1	2	3	4	5	6
1	I-306с-386	160	Легкобетонные	33,9	0,49
2	IK-3088-7/65	190	Кирпичные	28,0	0,37
3	I-335AK-3	70	Крупнопанельные	26,0	0,34
4	I434C-26	70	Крупнопанельные	27,2	0,25
5	Iy-438AP-31K	40	Кирпичные блоки	28,0	0,29
6	I-464-АСП-7	120	Крупнопанельные	38,2	0,52
7	I-467-АС-3	55	Крупнопанельные	26,6	0,61
8	I-468-А-9	109	Крупнопанельные	18,4	0,35
9	I-КГ-480-33	60	Керамзитобетонная плита	28,9	0,47

1	2	3	4	5	6
10	I-ЛГ-502В-6Л	70	Крупнопанельные	20,7	1,15
11	Ш-53-39СП	40	Силикатобетонные	20,2	0,15
12	Ш-60-1	50	Силикатобетонные	10,2	0,61
13	ГЭ-3 18-3 1/65	115	Крупнопанельные блоки	24,0	0,36
14	ИМГ-300-7"ДА"	40	Крупнопанельные	23,5	0,48
15	ИГ-450с-2К	40	Кирпичные	24,0	0,54
16	Иу-438АП-32БМ	56	Кирпичные блоки	34,1	0,38
1	2	3	4	5	6
17	I-464АС-51	50	Крупнопанельные	45,87	0,89
18	I-468Д-3	60	Панельные	19,5	0,35
19	I-480А-32П	60	Крупнопанельные	34,24	0,50
20	I-306С-46	60	Кирпичные	46,38	0,59
21	Ик-308В-7/65	190	Кирпичные	28,16	0,37
22	ЛЛГ-502-0	134	Крупнопанельные	20,97	0,45
23	I-464-ЛИ-15/1	90	Крупнопанельные	22,00	0,45
24	I-467-Д-17	90	Крупнопанельные	17,84	0,44
25	I-480А-45	48	Крупнопанельные	46,01	0,59
26	I-306с-54	119	Кирпичные	27,69	0,53
27	ИК-308Л-4/68	80	Крупные легкобетонные блоки	29,10	0.754
28	I-439А-39	129	Крупноблочные	22,2	0,37
29	I-463Д-31	100	Крупноблочные	27,03	0,51
30	ИКЗ-464ДС-14	56	Крупноблочные	70,20	0,66
31	I-467АС-2	85	Крупнопанельные	30,91	0,64
32	I-480А-48П	60	Крупнопанельные	49,31	0,61
33	I-К-308В-5/68	70	Крупнопанельные	82,90	0,59
34	Иу-438А-46	общез. 450	Крупнопанельные	29,91	0,32
35	ИМ-438АС-2/68	70	Из пильн. извест.	30,16	0,51
1	2	3	4	5	6
36	Иу-438АВ-32КМ	56	Кирпичные	44,36	0,57
37	I-463Д-29	100	Крупнопанельные	25,12	0,49

1	2	3	4	5	6
38	I-468Б-1	120	Крупнопанельные	21,32	0,38
39	III-72- 1с	120	Крупнопанельные	47,33	0,47

Средние затраты арматурной стали в зарубежных домах со стальными каркасами, требуемой, в основном, для междуэтажных перекрытий составляют около $8,0 \text{ кг/м}^2$ (см. рис. 6.-3), средний объем железобетона, расходуемый также на междуэтажные перекрытия, достаточно постоянен и равен около $0,17 \text{ м}^3/\text{м}^2$, что в 3 раза меньше, чем в железобетонных зданиях (см. рис. 6.-4). При надстройке домов эти показатели остаются примерно на том же уровне, хотя затраты арматурной стали могут снизиться примерно до $4-5 \text{ кг/м}^2$ [4-6].

Обобщая результаты приведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Применение при надстройке зданий стальных каркасов является эффективным и оправданным, позволит удешевить и ускорить проведение реконструкций.
2. Запрещение использования металлических конструкций в жилищно-гражданском строительстве видимо было ошибочным и их применение в дальнейшем позволит удешевить, упростить и ускорить жилищное строительство в республике. В настоящее время это запрещение Госстроем Украины отменено.

Литература

1. Большаков В.И. Использование высокопрочных сталей бейнитного класса в строительных металлоконструкциях – Строительство, материаловедение, Машиностроение. Сб. научн. трудов, Выпуск 15, часть 1. «Стародубовские чтения 2002», Дн-ск, ПГАСиА, 2002.– с.27-
2. В.И. Большаков, М.М. Жербин, О.В. Разумова. Основы формообразования стальных каркасов многоэтажных и высотных зданий. – Днепропетровск, ПГАСА, 2003. – 124 с.
3. Большаков В.И., Стародубов К.Ф., Тылкин М.А. Термическая обработка строительной стали повышенной прочности.– М: Металлургия, 1977.– 200 с. с ил.
4. Жербин М.М., Большаков В.И., Швец Н.А. Анализ материалоемкости отечественных и зарубежных жилых и гражданских зданий с различными конструкционными решениями // Будівельник України –1997 р.– №1, с. 21-26.
5. Большаков В.И. Разработка и использование сталей повышенной и высокой прочности в строительстве // Вісник Академії будівництва України – Київ, 1997 р.– №1.– с.21-26.
6. Жербін М.М., Большаков В.І. Нова концепція реконструкції та модернізації існуючих житлових будинків // Будівництво України, 1998.–№2.– с. 19-23.