



Ассоциация развития  
стального строительства

# Стальные конструкции в строительстве надземных многоярусных рамповых автостоянок

Рекомендации по применению



Москва 2015



## Содержание

	Введение	4
1	Нормативные ссылки и используемая литература	4
2	Назначение и классификация гаражей-стоянок и особенности их проектирования	5
2.1	Классификация гаражей-стоянок	5
2.2	Особенности проектирования гаражей-стоянок	6
3	Эффективные объемно-планировочные решения надземных многоярусных рамповых автостоянок	9
4	Конструктивные решения надземных многоярусных рамповых автостоянок с металлическим каркасом	14
4.1	Конструктивная схема НМРА	14
4.2	Элементы стальных конструкций и их влияние на показатели объемно-планировочных решений	15
5	Износостойкость надземных многоярусных рамповых автостоянок	21

# Введение

Настоящие рекомендации разработаны в помощь инвесторам и проектировщикам, осуществляющим проектирование городских застроек, в разработке проектных решений для строительства надземных многоярусных рамповых автостоянок (НМРА) на металлическом каркасе, который в ряде случаев не имеет альтернативы (например, для сборно-разборных НМРА), является наиболее экономичным вариантом и обеспечивает большую надежность конструкции в целом, как в процессе строительства, так и дальнейшей эксплуатации НМРА.

Авторский коллектив: канд. техн. наук Блинов А.П., инженер Борисов А.Б., архитектор Бурков А.В.

Рассматриваются особенности проектирования гаражей-стоянок и применимости надземных многоярусных автостоянок с поиском экономически оптимального объемно-планировочного и конструктивного решения. Не затрагиваются вопросы по инженерному обеспечению НМРА.

Представленная информация может быть использована на этапе разработки эскизных (концептуальных) проектов городской застройки, общественных зданий, транспортных узлов и т.п.

## 1. Нормативные ссылки и используемая литература

В настоящих рекомендациях приведены ссылки на следующие нормативные документы и литературу:

1. СП 113.13330.2012. Свод правил. Стоянки автомобилей.
2. Гаражи-стоянки для легковых автомобилей, принадлежащих гражданам. Пособие для проектирования. АО «ЦНИИПРОМЗДАНИЙ». Москва, 1998 г.
3. ОНТП 01-91 (Росавтотранс) «Отраслевые нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта».
4. СП 1.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы
5. СП 2.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты
6. СП 4.13130.2009 Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям
7. СП 18.13330.2011 «СНиП II-89-80\* Генеральные планы промышленных предприятий»
8. СП 42.13330.2011 «СНиП 2.07.01-89\* Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений»
9. СП 43.13330.2012 «СНиП 2.09.03-85 Сооружения промышленных предприятий»
10. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов
11. Рекомендации по применению огнестойких покрытий для металлических конструкций. ЦНИИСК им. Кучеренко, 1984 г.
12. Федеральный закон от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»
13. СНиП 2.08.02-09\* - Общественные здания и сооружения
14. СНиП 2.01.07-85\* (редакция 2003 года) - Нагрузки и воздействия
15. СП 20.13330.2011 - Нагрузки и воздействия
16. ГОСТ 54257-2010 - Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения и требования
17. Автостоянки из стальных конструкций. [www.arcelormittal.com/sections](http://www.arcelormittal.com/sections)
18. СП 53-102-2004 «Общие правила проектирования стальных конструкций».
19. Steel framed car parks. SteelConstruction.info. The free encyclopedia for UK steel construction information. 2012.
20. Steel-Framed Open-Deck Parking Structures. AMERICAN INSTITUTE OF STEEL CONSTRUCTION, INC., 2004.
21. Analysis of Parking Garage Repair By Stephen A. Johanson, P.E., CONCRETE REPAIR BULLETIN, SEPTEMBER/OCTOBER 2001.
22. СП 29.13330.2011. Полы.
23. СП 28.13330.2012 Защита строительных конструкций от коррозии.

## 2. Назначение и классификация гаражей-стоянок и особенности их проектирования

### 2.1 Классификация гаражей-стоянок

Гаражи-стоянки, предназначенные для хранения легковых автомобилей, обычно встречаются в жилых микрорайонах и на объектах массового посещения - на вокзалах, аэропортах, больницах, торгово-развлекательных центрах и многофункциональных комплексах.

Гаражи-стоянки, в особенности так называемые «перехватывающие стоянки», строящиеся у транспортных узлов, станций метро, являются необходимым элементом транспортной инфраструктуры города, регулируя интенсивность его транспортных потоков.

Гаражи-стоянки классифицируются по длительности и по условиям хранения и передвижения автомобилей внутри гаража-стоянки.

По длительности: кратковременного и длительного хранения, а также постоянных съемщиков.

По условиям хранения и передвижения автомобилей внутри гаража-стоянки в соответствии со статьей 3 [1]: плоскостные автостоянки, надземные многоярусные (рамповые и механизированные) открытого и закрытого типов (манежного и боксового хранения автомобилей), подземные (рамповые и механизированные):

#### По наружному ограждению

Открытые - не менее 50% площади внешней поверхности ограждений на каждом ярусе (этаже) составляют проемы

Закрытые - с наружными ограждениями

#### По положению относительно уровня земли

Плоскостные - специальные площадки для открытого или закрытого (в отдельных боксах или металлических тентах) хранения автомобилей в одном уровне

Надземные многоярусные (многоэтажные)

Подземные - автостоянки, имеющие все этажи при отметке пола помещений ниже планировочной отметки земли более чем на половину высоты помещений

#### По способу передвижения автомобиля по вертикали (между ярусами)

Рамповые - постановка автомобилей на места хранения осуществляется водителями своим ходом. Рампа (пандус): наклонная конструкция, предназначенная для перемещения автомобилей между ярусами.

Механизированные (частично или полностью) - постановка автомобилей на места хранения осуществляется с использованием специальных механ

Кроме того, сложившаяся практика строительства гаражей-стоянок различного типа позволяет распределить гаражи-стоянки по стоимости строительства в пересчете на одно машино-место согласно диаграмме рисунка 1.

Абсолютные цифры могут меняться со временем, но соотношения по типам гаражей-стоянок останутся неизменным, так как для гаражей-стоянок закрытого типа, включая подземные и механизированные, стоимость машино-места в основном определяется ценами на инженерные системы и механизмы, а стоимость возведения каркаса здания автостоянки не превышает 35%, в то время как для гаражей-стоянок открытого типа последний показатель составляет около 60% от общей стоимости строительства.

Диаграмма рисунка 1 демонстрирует последовательность принятия решения какой тип автостоянки строить. Подземные автостоянки строятся, если нельзя построить надземные автостоянки (например на площади, которая должна оставаться свободной от застройки, или на участке, предназначенном для иных целей), а многоярусные механизированные автостоянки строятся, если необходимо использовать дорогостоящий участок, размеры которого не позволяют построить надземную многоярусную автостоянку рампового типа, требуется гараж небольшой или средней вместимости или по градостроительным соображениям допустимы лишь здания со сплошными ограждающими конструкциями, где применение механических транспортирующих устройств позволяет обойтись без вентиляционного оборудования. То есть первоначальный выбор делается в сторону наиболее дешевого варианта – *надземной многоярусной рамповой автостоянки*.

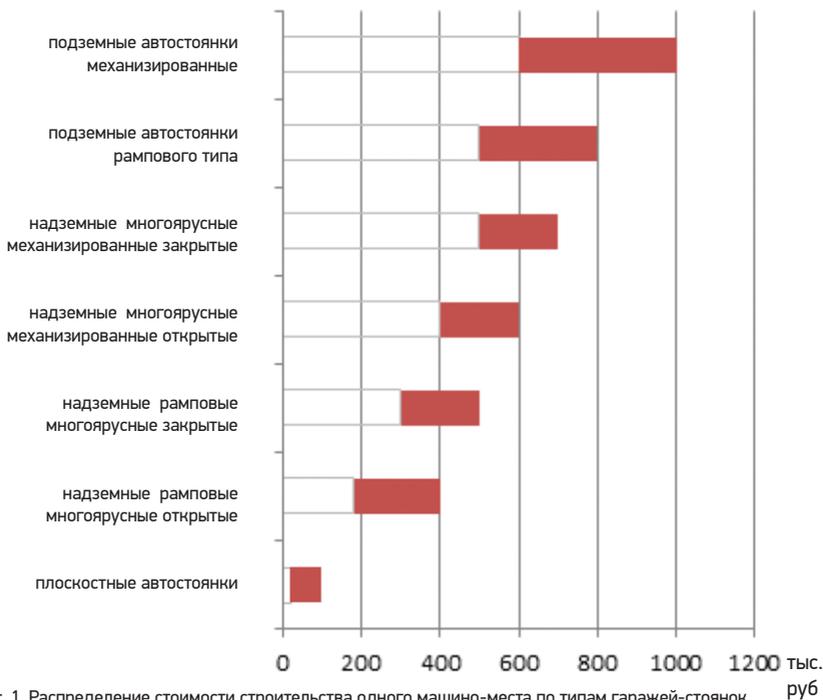


Рис. 1. Распределение стоимости строительства одного машино-места по типам гаражей-стоянок. руб

## 2.2 Особенности проектирования гаражей-стоянок

При рассмотрении системы проектирования гаражей-стоянок следует различать вопросы *генеральной планировки и индивидуального проектирования отдельных гаражей*.

Предметом генеральной планировки является определение наиболее целесообразного размещения и вместимости требуемых гаражей-стоянок с учетом функций, которые они должны выполнять в зависимости от местных условий.

Для повышения качества разработки генерального плана необходимо принимать во внимание положение, размер и рельеф земельных участков, предназначенных в настоящее время и в будущем для застройки гаражами-стоянками.

Для возведения надземных многоярусных автостоянок в первую очередь намечаются свободные, обычно уже используемые в качестве плоскостных автостоянок земельные участки. Если их число и размеры недостаточны, то для возведения НМРА используются другие подходящие участки, в том числе и застроенные, и прежде всего с малоценной застройкой.

В случаях, связанных с разработкой новых и реконструкцией существующих кварталов, предусматриваются площадки, необходимые для строительства НМРА. При этом следует руководствоваться нормативными документами [1, 4-10] и производить выбор соответствующих площадок для строительства НМРА исходя из требуемой вместимости гаражей-стоянок.

Индивидуальное проектирование - это разработка проекта строительства конкретного гаража-стоянки, трудоемкость которого во многом зависит от объемно-планировочного и конструктивного решений по его сооружению.

Определяющими показателями для индивидуального проектирования НМРА являются:

- длина, конфигурация, площадь и рельеф земельного участка, возможность размещения въездов и выездов и накопительных площадок;
- требуемая вместимость (число машино-мест, определяемое по числу ожидаемых автомобилей и средней длительности хранения);
- назначение, т. е. функции НМРА по удовлетворению требований клиентов кратковременного и длительного хранения, а также постоянных съёмщиков;
- экономические показатели, в особенности уровень рентабельности, рассчитанный на основе ожидаемой стоимости строительства, оборудования, ремонта и эксплуатации;
- способ возведения сооружения.

С учетом размеров и профиля земельного участка и заданных функций сооружения необходимо прежде всего установить, какое объемно-планировочное решение НМРА позволяет обеспечить требуемую вместимость. При этом следует иметь в виду, что внешний вид НМРА должен вписываться в архитектурный облик города.

Выбор способов строительства, а вместе с ним и принципиального конструктивного решения, связан со следующими факторами, учет которых имеет решающее значение для экономичности строительства:

- положением гаража на плане города;
- формой участка застройки, причем следует отличать регулярные площадки (квадрат, треугольник, круг) от нерегулярных;
- вместимостью, зависящей от площади и числа этажей;
- типом здания (здесь важно установить, рассматривается ли отдельно стоящий гараж или часть многоцелевого здания, например хранение в подвале или на покрытии, или речь идет о примыкающих блоках, связанных в гаражный комплекс);
- наличием рамп, размещением въездов и выездов, которые в соответствии с местными условиями часто определяют форму рамп (прямые или винтовые);
- высотой отдельных этажей, минимальными требованиями к ней или отсутствием ограничений по экономическим соображениям;
- длительностью строительства — обычной или ограниченной коротким сроком;
- условиями монтажа, которые должны быть проверены во всех случаях с учетом возможности доставки сборных элементов, в том числе и в ночное время.

Выбор принципиального конструктивного решения, как правило, производится из следующих возможных способов возведения НМРА:

1) Железобетон. Применение железобетонных конструкций с обычным или предварительно напряженным армированием позволяет осуществлять строительство тремя способами:

- из монолитного бетона, укладываемого обычным способом, — устройство опалубки, укладка арматуры и бетонирование строительных элементов, запроектированных в соответствии со статическими расчетами и конструктивными требованиями;
- из сборных элементов, подготовленных к монтажу, — сборные элементы, которые, как правило, изготавливаются на заводах, транспортируются, устанавливаются и заливаются бетоном в нужном положении;
- из монолитного бетона и сборных конструкций в соответствующей комбинации, при необходимости также с применением стали, что получило название частичного монтажа.

- Преимущества монолитного бетона должны проявиться во всех случаях, когда:
- положение здания исключает подвозку и монтаж сборных элементов;
  - форма в плане столь нерегулярна, что многократное повторение одинаковых строительных деталей невозможно;
  - размеры участка таковы, что ограничивают применение сборных элементов;
  - требуется определенный тип здания, например, монолитный способ возведения весьма подходит для подземного гаража, воспринимающего давление грунта и воды;
  - установлено такое ограничение по высоте, что задача может быть решена лишь при устройстве тонких перекрытий, для которых, сборные элементы не подходят.

2) **Сталь.** Положительные свойства стальных конструкций заводского изготовления следует использовать и при строительстве гаражей-стоянок; они, как правило, имеют малое поперечное сечение и малую строительную высоту, большой пролет и малую массу, обеспечивают легкий и быстрый монтаж при любой погоде, а также возможности полного демонтажа и замены всех деталей. Возможность полного демонтажа стальных конструкций позволяет перенести сооружение в другое место, если фактическая потребность в местах хранения значительно отличается от плановой (например, в сооружениях системы «перехватывающие автостоянки» или при изменении структуры застройки и организации движения транспорта).

Применение стальных конструкций для НМРА обеспечивает многократное расширение, наращивание или уменьшение по вертикали и т. п. Такие конструкции весьма пригодны для построек в центре города.

Стальные конструкции НМРА при регулярной повторяемости сборных элементов позволяют получить наиболее экономичные решения.

Использование стальных конструкций в качестве несущего каркаса (колонны, балки, перекрытия, связи) по сравнению с железобетонным вариантом позволяет экономить на устройстве фундаментов до 30% за счет значительно меньшей нагрузки. Сравнение весовых показателей соответствующих элементов для двух вариантов конструкций пятиэтажного гаража-стоянки с одинаковыми габаритами мест хранения и проезда автомобилей даны в таблице 1, из которой следует, что нагрузка от стальных конструкций почти в 2.5 раза меньше, чем от железобетонных.

Значительно меньший вес стальных конструкций предполагает их использование при надстройке зданий для организации мест хранения легковых автомобилей.

Таблица 1

Элементы несущих конструкций здания гаража-стоянки	Расход строительных материалов на 1 м <sup>2</sup> общей площади гаража-стоянки, кг		
	Сталь		Монолитный железобетон
Колонны и вертикальные связи	5.1	Бетон	62.3
		Арматура	5.3
Балки (основные и второстепенные)	25.5	Бетон	82.0
		Арматура	6.6
Перекрытие (с покрытием пола)	Профнастил Н75	9.2	-
	Бетон	330.0	781.0
	Арматура с закладными деталями	9.7	56.4
Всего	379.5		993.6

Использование стальных конструкций при строительстве НМРА обеспечивает значительно более надежный контроль качества несущего каркаса здания по сравнению с монолитным железобетонным. Это преимущество НМРА на стальном каркасе более подробно рассмотрено в статье 6 настоящих рекомендаций.

### 3. Эффективные объемно-планировочные решения подземных многоярусных рамповых автостоянок

Хотя функциональные требования многоэтажной автостоянки имеют сильное влияние на форму здания, в городских застройках и центре города, здания НМРА должны органично вписываться в окружающую среду, и здесь уже форма отводимой площадки для строительства напрямую влияет на расстановку и схему движения автомобилей, что приводит к поиску объемно-планировочного решения НМРА с различными схемами расстановки и организации движения автомобилей [1-3].

При выборе земельного участка для строительства НМРА, как отдельно стоящего здания, так и в составе комплексной застройки следует исходить из экономически целесообразной схемы расстановки и движения автомобилей на этаже и между этажами (по вертикали), формирующих объемно-планировочное решение НМРА.

Согласно [2, 3, 17, 19] наиболее эффективной является прямоугольная расстановка автомобилей с общим проездом на два ряда (рисунок 2). При этом ширина пролета  $L_{пр}$  зависит от размера машино-места и ширины проезда, определяемых классом [1, 2] припаркованных автомобилей (таблица 2).

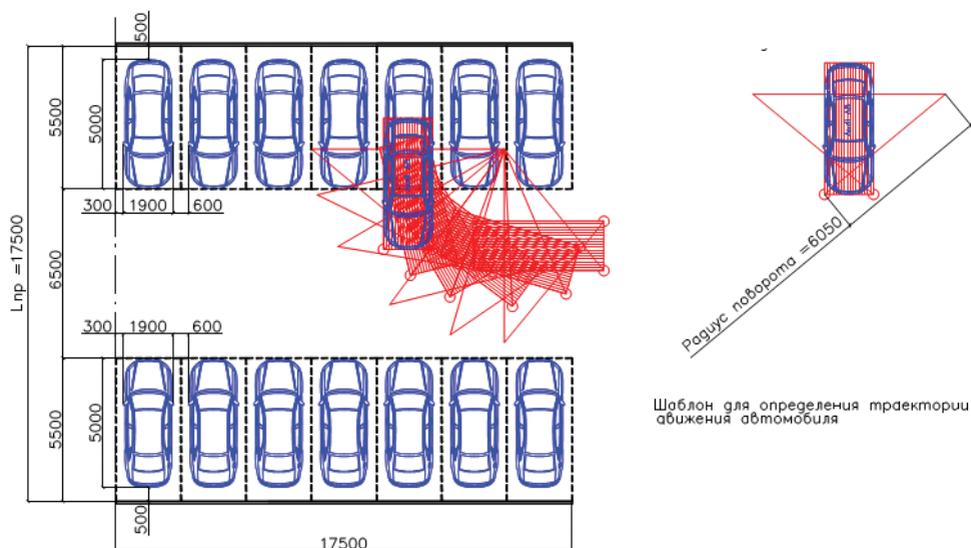


Рис. 2. Расстановка автомобилей в двухрядном пролете

Таблица 2

Класс автомобиля	Длина автомобиля в классе, мм	Параметры защитной зоны от торцевой стороны автомобиля, мм	Ширина проезда при установке автомобилей задним ходом без дополнительного маневра, мм	Ширина пролета $L_{пр}$ двухрядной расстановки автомобилей вдоль проезда, мм
Малый	3700	500	5600	14000
Средний	4300	500	6100	15700
Большой	5000	500	6500	17500

При строительстве общественных (не специализированных) автостоянок ширина пролета обычно составляет [2, 17, 19] 16500-18000 мм.

Алгоритм поиска наиболее экономически целесообразного решения по рампе можно свести к следующему:

поставить несколько пролетов рядом, или расставить машино-места по площадке с максимальным заполнением площадки как на плоскостной стоянке (назовем это «плоскостным решением»), с необходимыми проездами между рядами и вдоль них; затем, накладывая на эту планировку различные схемы рампы с учетом высотных отметок межэтажных перекрытий, подобрать такой тип рампы, который исключал бы как можно меньше машино-мест.

Все типы рамп [1, 2, 17, 19] можно разделить на две группы: рампы с машино-местами вдоль проезда и рампы без машино-мест.

Рампы с машино-местами, или так называемые «наклонные перекрытия» имеют продольный уклон согласно [1], не превышающий 6%, и являются наиболее эффективным решением по использованию площади автостоянки, так как совпадают с «плоскостным решением».

Уклон рамп без машиномест согласно [1] по оси полосы движения в закрытых неотапливаемых и открытого типа стоянках должен быть не более 18%, криволинейных рамп - не более 13%, продольный уклон открытых (не защищенных от атмосферных осадков) рамп - не более 10%.

Так как согласно пункту 6.11.25 [6] ширина здания автостоянок открытого типа не должна превышать 40 м, то для НМРА открытого типа применяется двухпролетная (4 ряда автомобилей вдоль проездов) схема расположения машиномест. Одно из возможных решений при ширине здания 35 м и высоте межэтажных перекрытий 3 м показано на рисунке 3. При длине здания 35 метров для подъема на этаж протяженности 2-х наклонных перекрытий недостаточно и используются проезды между пролетами.

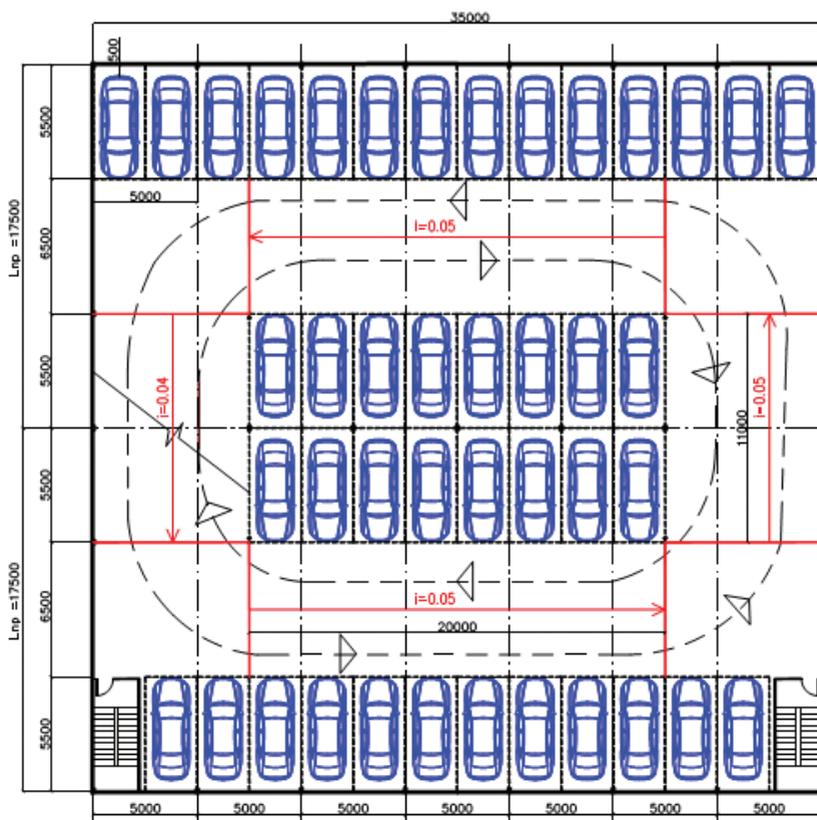


Рис. 3. План типового этажа для НМРА с наклонными перекрытиями

Использование проездов в качестве рампов приводит к так называемой «полуэтажной» или «полурамповой» схеме размещения пролетов без нарушения «плоскостного решения». В этом случае плоскости пролетов сдвинуты друг относительно друга на половину высоты этажа, при 3.0 м – на 1.5 метра, соответственно, а полурампы служат одновременно для проезда автомобилей между рядами, то есть и в этом случае поэтажная планировка НМРА совпадает с «плоскостным решением», причем ярусы хранения могут быть «надвинуты» один на другой примерно на 1.0—1.5 м для экономии ширины здания. Такая планировка позволяет сократить длину рампы и повысить их уклон до 18 %. Пример планировки приведен на рисунке 4 для пятиэтажного гаража с высотой межэтажных перекрытий (от пола до пола) 2.8 м.

Согласно [2] эффективность объемно-планировочного решения гаража-стоянки характеризуется двумя показателями: приведенной площадью машиноместа  $S_{пр}$ , определяемой как отношение общей площади автостоянки  $S_{общ}$  к количеству машиномест  $N$ :

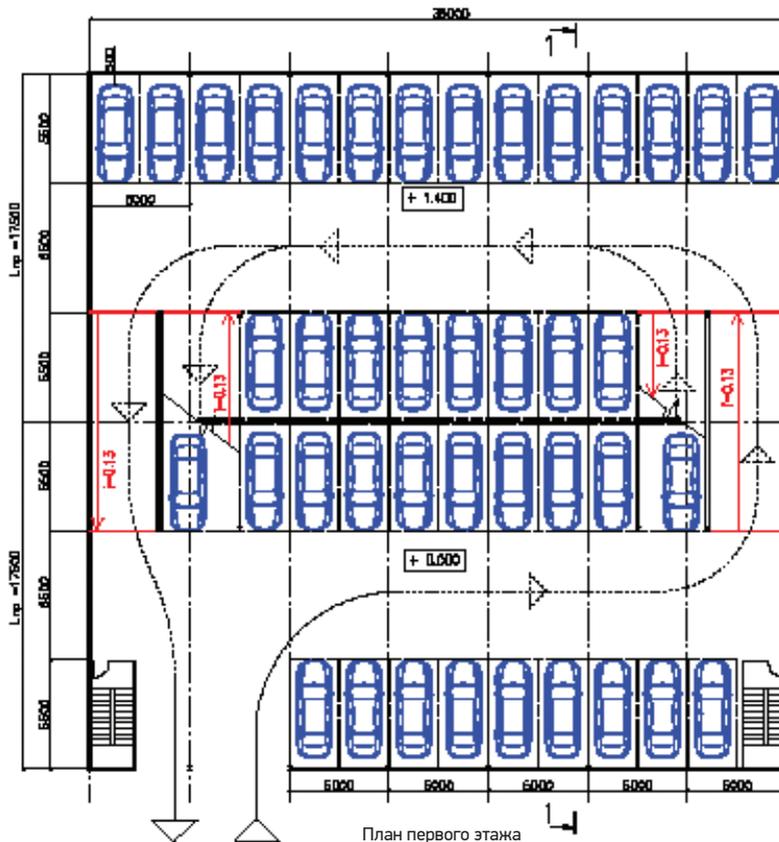
$$S_{пр} = S_{общ} / N,$$

и коэффициентом эффективности  $K_э$  использования площади гаража-стоянки для хранения автомобилей при определенных размерах машиноместа ( $s$  – площадь машиноместа):

$$K_э = N \cdot s / S_{общ}.$$

Численное значение  $N \cdot s$  показывает общую площадь мест хранения.

Значения этих показателей зависят от рациональности выбранного объемно-планировочного решения, наибольшего приближения его параметров к минимально допустимым (по действующим нормам) габаритам мест хранения, проездов, рампы, помещений инженерного обеспечения и эксплуатационных служб. Уменьшение  $S_{пр}$  и увеличение  $K_э$  обеспечивает удешевление будущей себестоимости машиноместа.





В таблице 3 показана зависимость  $S_{пр}$ ,  $K_э$  от длины пятиэтажной НМРА с наклонными перекрытиями или полурамповой схемы:

Таблица 3

<b>Длина НМРА, м</b>	40	45	50	55	60	65	70	75	80
<b>Общее количество машино-мест</b>	250	290	330	370	410	450	490	530	570
<b>Общая площадь НМРА, м<sup>2</sup></b>	7000	7875	8750	9625	10500	11375	12250	13125	14000
<b>Площадь этажа, м<sup>2</sup></b>	1400	1575	1750	1925	2100	2275	2450	2625	2800
<b><math>S_{пр}</math>, м<sup>2</sup></b>	28.00	27.16	26.52	26.01	25.61	25.28	25.00	24.76	24.56
<b><math>K_э</math></b>	0.491	0.506	0.519	0.529	0.537	0.544	0.550	0.555	0.560

Применение наклонных перекрытий и полурамп в качестве рамп, неизолированных от мест хранения автомобилей, ограничено требованиями пункта 5.1.30 [1], согласно которому «устройство неизолированных рамп допускается в наземных автостоянках:

- а) при реконструкции существующих зданий автостоянок I и II степени огнестойкости; при этом должны быть предусмотрены пожарный отсек (отсеки), определяемые как сумма площадей этажей, соединенных неизолированными рампами. Площадь такого противопожарного отсека не должна превышать 10400 м<sup>2</sup>;
- б) в зданиях классов конструктивной пожарной опасности С0 и С1 этажей включительно I и II степени огнестойкости при суммарной площади этажей не более 10400 м<sup>2</sup>;
- в) в автостоянках открытого типа».

Если достижение I и II степени огнестойкости для стальных конструкций требует соответствующих мероприятий (обетонирование, огнезащитные облицовки и покрытия, и т.п. [11]), то в автостоянках открытого типа применение наиболее экономичных объемно-планировочных решений может быть ограничено только размерами пожарного отсека согласно таблице 6.7 [5]:

Степень огнестойкости здания (сооружения)	Класс конструктивной пожарной опасности здания (сооружения)	Допустимое количество этажей	Площадь этажа в пределах пожарного отсека, м <sup>2</sup>	
			Одноэтажного здания	Многоэтажного здания
I, II	С0	9	10400	5200
	С1	2	3500	2000
III	С0	6	7800	3600
	С1	2	2000	1200
IV	С0	6	7300	2000
	С1	2	2600	800

Отмеченный в таблице вариант НМРА открытого типа в соответствии с пунктом 5.4.2 [5] допускает использование несущих металлических конструкций без мероприятий по повышению их огнестойкости. Поэтому для НМРА открытого типа с наклонными перекрытиями или с полуэтажной (полурамповой) схемой наиболее экономичный вариант на металлических конструкциях возможен для многоэтажного (до 6-ти этажей) здания с площадью этажа до 2000 м<sup>2</sup>, или с размерами в плане 35х(35÷55) м, с количеством машино-мест до 440. Для большего количества машино-мест необходимо или повышать огнестойкость металлических конструкций [11] или строить здание/здания с разделением на соответствующие пожарные отсеки [6].

Для НМРА закрытого типа допустимые этажность и площадь этажа в пределах пожарного отсека следует принимать согласно таблице 6.6 [5]:

Степень огнестойкости здания (сооружения)	Класс конструктивной пожарной опасности здания (сооружения)	Допустимое количество этажей	Площадь этажа в пределах пожарного отсека, м <sup>2</sup>	
			Одноэтажного здания	Многоэтажного здания
I, II	CO	9	10400	5200
	C1	2	5200	2000
III	CO	5	7800	3600
	C1	2	3600	1200
IV	CO	1	5200	-
	C1	1	3600	-
	C2, C3	1	1200	-
V	Не нормируется	1	1200	-

Использование стальных конструкций без мероприятий по повышению их огнестойкости в НМРА закрытого типа невозможно. Наиболее дешевым вариантом для стальных конструкций будет строительство здания НМРА с неизолированной рампой с третьей степенью огнестойкости при ограничениях на площадь пожарного отсека 10400 м<sup>2</sup>.

Таким образом, для стальных конструкций наиболее экономически эффективное решение НМРА имеет ограничения:

- для автостоянок открытого типа – по площади этажа в пределах пожарного отсека до 2000 м<sup>2</sup> при высоте здания до 6 этажей включительно (увеличение этих показателей потребует проведения мероприятий по повышению огнестойкости несущих конструкций);
- для автостоянок закрытого типа - по необходимости повышения степени огнестойкости несущих конструкций.

Безусловно, повышение огнестойкости стальных конструкций вызывает дополнительные расходы при строительстве НМРА, предварительно оценить которые можно определив площадь покрытия стальных конструкций.

Площадь покрытия 1 тонны конструкций каркаса в рассмотренном примере составляет около 27.2 м<sup>2</sup>, то есть при расходе в 30.6 кг/м<sup>2</sup> площадь покрываемой поверхности стальных конструкций составит  $27.2 \cdot 0.0306 = 0.832$  м<sup>2</sup> на 1 м<sup>2</sup> общей площади. Соответственно, на одно машино-место:  $0.832 \cdot 26 = 21.63$  м<sup>2</sup>.

Цены на обеспечение III степени огнестойкости стальных конструкций находятся в пределах 400÷850 руб/м<sup>2</sup>, для II степени - 1000÷1500 руб/м<sup>2</sup>. И, соответственно дополнительные расходы на повышение огнестойкости конструкций НМРА для III степени не превысят 19000 рублей/машино-место, или не более 6.5% от стоимости строительства НМРА.

Для второй степени – не более 10%, соответственно.

## 4. Конструктивные решения надземных многоярусных рамповых автостоянок с металлическим каркасом

### 4.1. Конструктивная схема НМРА

Конструктивное решение НМРА функционально обусловленное многократным повторением мест стоянок, проездов, элементов рампы и т. д., включает большое число строительных деталей одинаковой формы и размеров и позволяет получить экономичную несущую систему при разработке типовых проектов с единым шагом основных конструкций.

Основными элементами несущего металлического каркаса здания НМРА являются колонны, главные и второстепенные балки [14-16, 18].

Соединение элементов стальных конструкций каркаса в пределах монтажного элемента выполняется на сварке на заводе-изготовителе металлоконструкций. Монтажные элементы металлоконструкций («отправочные марки»), выполняемые в пределах габаритов

транспортных средств и грузоподъемности монтажных кранов, соединяются на строительной площадке либо на сварке (рис. 5а), либо на болтовых соединениях (рис. 5б).



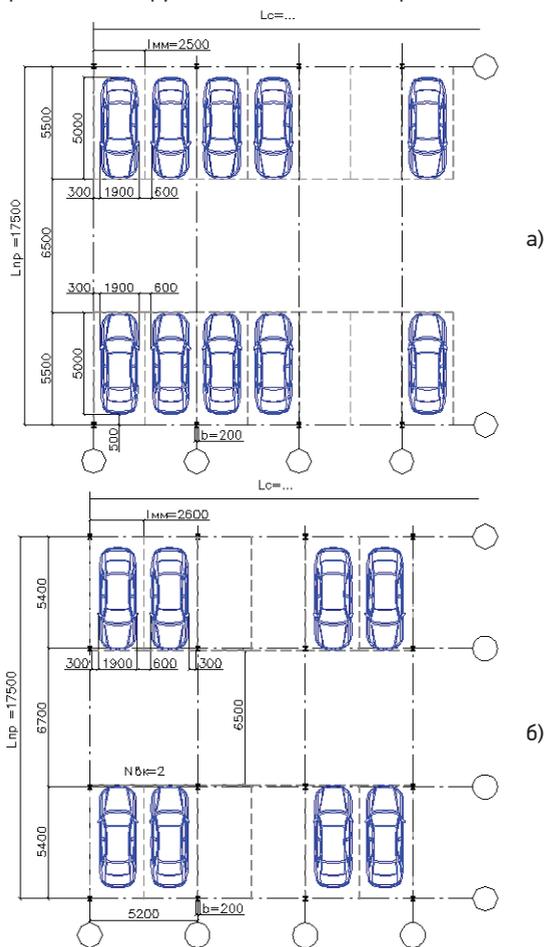
Рис. 5а. Сварные балочно-стоечные сопряжения

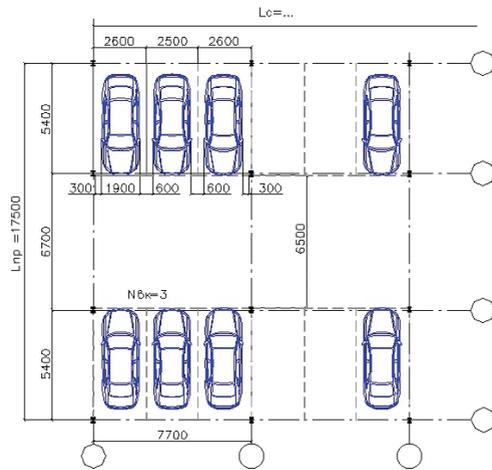


Рис. 5б. Простые балочно-стоечные болтовые сопряжения с использованием уголковых креплений

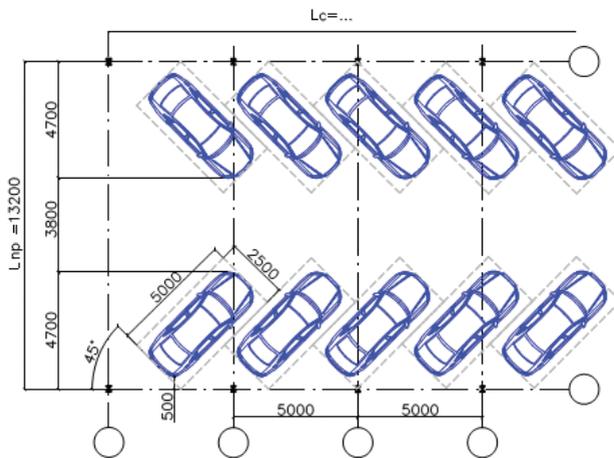
#### 4.2. Элементы стальных конструкций и их влияние на показатели объемно-планировочных решений

Наиболее важным планировочно-конструктивным элементом гаражей-стоянок является шаг колонн.





в)



г)

Рис.6. Варианты расположения дополнительных колонн в пролете:

- а) при отсутствии дополнительных колонн;
- б) при дополнительных колоннах на каждые два машино-места;
- в) при дополнительных колоннах на каждые три машино-места;
- г) при отсутствии дополнительных колонн при расстановке автомобилей под углом 45°.

Для такого транспортного сооружения, как гараж-стоянка, в целях обеспечения достаточной свободы движения и лучшего использования площади хранения желателен возможно больший шаг колонн, превышающий по размеру ширину проезда и длину мест-стоянок с двух сторон от него, то есть на всю ширину пролета (рис. 6а). Такое расположение колонн, обеспечивающее удобство постановки автомобиля и хороший обзор водителю в поисках свободного места, наиболее целесообразно применять в НМРА объектов массового посещения, или при расстановке автомобилей под углом (рис.6г), например для узких земельных участков под НМРА.

Вместе с тем подобное расположение колонн требует достаточно мощной конструкции перекрытия с увеличением высоты этажа (от пола до пола) и наклона (протяженности) рампы.

Расположение дополнительных колонн между машино-местами на разграничительных линиях не препятствует эксплуатации гаража (рис. 6б, 6в) и позволяет применять сравнительно экономичные перекрытия, но приводит к увеличению общей площади НМРА по сравнению с предыдущим вариантом при одинаковой вместимости.

В любом случае целесообразность применения того или иного решения необходимо оценивать путем сравнения затрат на строительство НМРА, на покупку/аренду земельного участка и т.п., с учетом режима использования автостоянки.

Если на ширину пролета  $L_{пр}$  расстановка дополнительных колонн в пролете не оказывает влияния, то ширина машино-места  $l_{мм}$  и, соответственно, длина автостоянки  $L_c$  в целом при наличии внутренних колонн в пролете определяется с учетом размера  $b$  и расстановки внутренних колонн вдоль проезда. При ширине автомобиля до 1.9 м и защитной зоне между автомобилем и колонной - 0.3 м, защитной зоне между продольными сторонами автомобилей - 0.6 м [2, 3]:

$$L_{мм} = l_{0мм} + b / N_{вк},$$

где  $N_{вк}$  – количество машино-мест между дополнительными колоннами (рис.6),

$l_{0мм} = 2.5$  м – ширина машино-места без дополнительных колонн в пролете.

$$L_c = (l_{0мм} + b / N_{вк}) \cdot N_{кр}$$

где  $N_{кр}$  – количество машино-мест по крайнему ряду автостоянки.

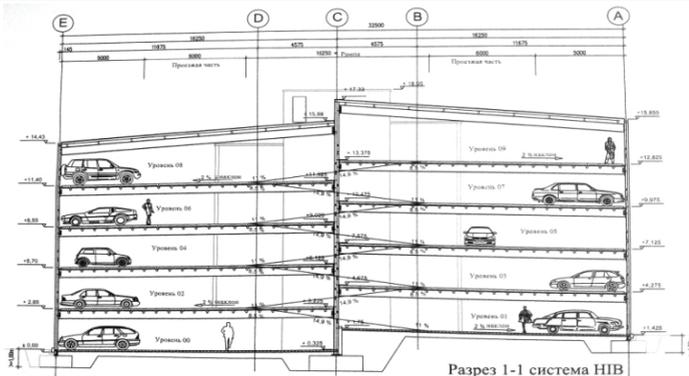
То есть длина НМРА без дополнительных колонн увеличивается на  $b \cdot N_{кр} / N_{вк}$  при установке дополнительных колонн на каждые  $N_{вк}$  машино-мест.

В таблице 4 приведены основные строительные объемы на возведение каркаса зданий НМРА открытого типа с полуэтажной схемой при наличии дополнительных колонн в пролете через каждые 2 машино-места и при их отсутствии (рис. 7).

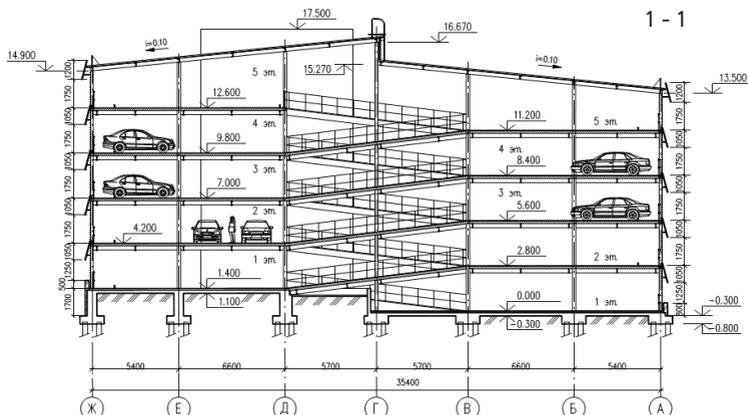
Превышение расхода стали в конструкции проекта НМРА без дополнительных колонн по сравнению с аналогичным проектом с дополнительными колоннами составила почти 24% от расхода по последнему варианту. Поэтому сокращение площади НМРА на 4% должно иметь достаточное обоснование в стоимостном выражении, а минимум приведенной площади машино-места  $S_{пр}$  не может в полной мере отвечать наиболее экономичному конструктивно-планировочному решению.

Таблица 4

Конструкции несущего каркаса здания НМРА	Расход строительных материалов на 1 м <sup>2</sup> общей площади		Разность расхода строительных материалов несущего каркаса
	Без дополнительных колонн в пролете	С дополнительными колоннами в пролете через каждые два машино-места	
Несущие стальные конструкции, кг	49.46	39.80	9.66
Количество бетона для перекрытий, м <sup>3</sup>	0.13	0.11	0.02
Арматура перекрытий, кг	12.0	9.7	2.3



Проект НМРА без дополнительных колонн в пролете (ThyssenKrupp Hoesch Bausteine)



Проект НМРА с двумя дополнительными колоннами в пролете (Москва, Филевский бульвар, 1, ООО «К-Проект»)

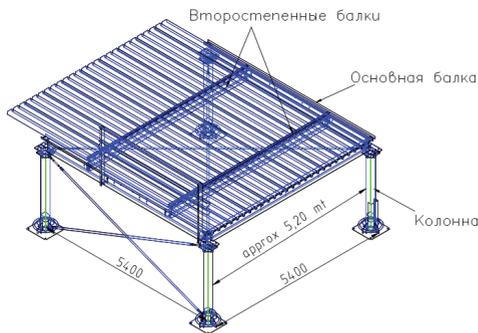


Рис. 7. Примеры проектных решений НМРА открытого типа (разрезы, интерьеры)

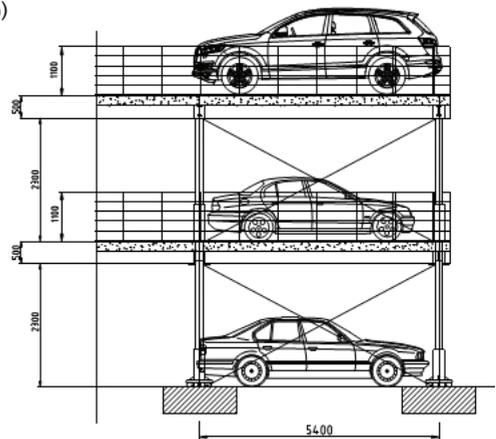
В приведенном примере с дополнительными колоннами в пролете используются металлические колонны из прокатного двутавра 20К1 по СТО АСЧМ 20-93, основные балки из прокатного двутавра 40Б1 по СТО АСЧМ 20-93, второстепенные 25Ш1, 25Б1 по СТО АСЧМ 20-93.

В данном случае исключение двух колонн должно компенсироваться усилением перекрытия с распределенной нагрузкой не более 3 кг/м<sup>2</sup>, или применением соответствующей основной балки, параметры которой можно определить, исходя из сохранения общего веса конструкции каркаса: вес четырех колонн составляет 464 кг, вес основной балки на пролете 17.5 м – 991 кг, то есть при исключении дополнительных колонн для того, чтобы всей конструкции остаться в тех же весовых параметрах, вес основной балки не должен превышать 1223 кг, и, соответственно, вес погонного метра такой балки должен быть не более 70 кг, что соответствует прокатному двутавру 45Б1 по СТО АСЧМ 20-93, использование которого на пролете 17.5 метра невозможно без дополнительных усилений перекрытия.

а)



б)



в)



Рис. 8. Сборный вариант НМРА открытого типа

- а) основной сборочный модуль;  
 б) секция трехярусной автостоянки;  
 в) интерьер

Дополнительные колонны в пролете не только обеспечивают экономичность конструктивно-планировочного решения НМРА, но и позволяют выделить структурные элементы конструкции НМРА для сборно-разборного варианта, монтаж/демонтаж которого возможен без использования тяжелых подъемных механизмов (рис. 8).

Другим важным конструктивно-планировочным элементом НМРА является перекрытие, которое влияет на высоту этажа, угол наклона ramпы или ее протяженность.

Согласно пункту 5.1.20 [1] «высота помещений (расстояние от пола до низа выступающих строительных конструкций или инженерных коммуникаций и подвешеного оборудования) хранения автомобилей и высота над ramпами и проездами должна быть на 0,2 м больше высоты наиболее высокого автомобиля, но не менее 2 м. При этом тип размещаемых автомобилей оговаривается заданием на проектирование. Высота проходов на путях эвакуации людей должна быть не менее 2 м».

Самым высоким серийно выпускаемым автомобилем на сегодняшний день является внедорожник Toyota Mega Cruiser, высота которого не превышает 2.1 метра, т.е. высоты в 2.3 м от пола до низа выступающих строительных конструкций или инженерных коммуникаций и подвешеного оборудования вполне достаточно. Для рассмотренного выше проекта пятиэтажной автостоянки с дополнительными колоннами общая высота перекрытия и основной несущей балки составила 0.4 м – основание пола заливалось бетоном по профилированному настилу в уровень основной несущей балки (рис. 9). При этом все инженерные коммуникации и освещение размещены либо между балками, либо вне зон проезда и хранения автомобилей (рис. 10), а высота этажа от пола до пола составила 2.8 м.

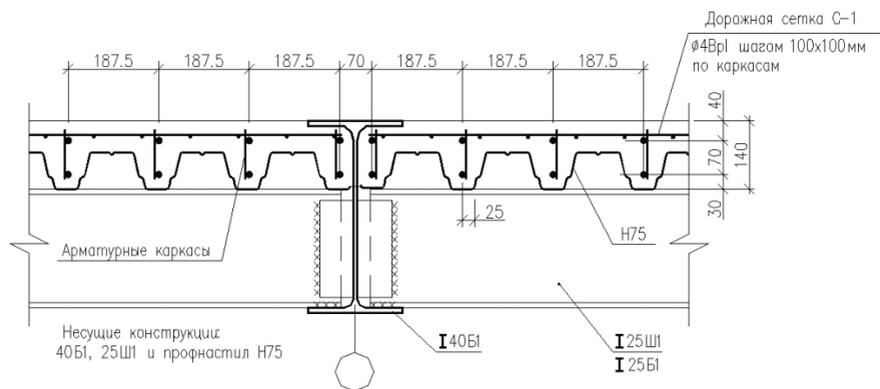


Рис. 9. Пример монолитного железобетонного перекрытия по профилированному настилу



Рис. 10. Размещение инженерных коммуникаций и высота от пола до низа балки перекрытия.

## 5. Износостойкость надземных многоярусных рамповых автостоянок на стальном каркасе

Здания надземных многоярусных рамповых автостоянок по условиям эксплуатации можно отнести к уникальным сооружениям. Особенно это относится к НМРА открытого типа, которые подвергаются многократным циклам замораживания-оттаивания и постоянным динамическим нагрузкам в условиях загрязненного воздуха от выхлопных газов автомобильных двигателей, термического расширения-сжатия и наличия воды от транспортных средств, которая в зимний период содержит антиобледенительные реагенты.

Результатами воздействия этих факторов являются появление трещин в покрытии пола и повышенный износ покрытия пола и его бетонного основания в местах торможения и разгона автомобилей, приводящих к коррозии арматуры перекрытия, закладных деталей, оснований металлических колонн [21].

Причинами появления указанных дефектов зачастую бывают ошибки при проектировании (например, отсутствие соответствующих уклонов, несмотря на требования [22], дренажа и гидроизоляции, недостаточная по водонепроницаемости [23] марка бетона и т.п.) или при строительстве здания НМРА. Последнее особенно характерно для железобетонных монолитных конструкций при нарушении технологии заливки бетона, которое впоследствии проявляется в многочисленных трещинах, сколах и разрушениях несущих элементов (рис. 11,12)



а) коррозия арматуры



б) недостаточно провибрированная бетонная смесь

Рис. 11. Дефекты железобетонных конструкций НМРА



Рис. 12. Сквозные трещины в железобетонном перекрытии НМРА

Подобных дефектов при использовании стальных конструкций не возникает, особенно это касается сборных вариантов НМРА с использованием железобетонных плит заводского изготовления. При этом для контроля поверхности стальных конструкций несущих элементов каркаса в процессе эксплуатации НМРА вполне достаточно визуального осмотра, а при их правильной [23] защите обеспечивается длительный срок эксплуатации с минимальным обслуживанием.





## **Ассоциация Развития Стального Строительства**

121353, Россия, Москва, ул. Беловежская, д. 4,  
+7 (495) 933 58 86 (доб. 1055)  
info@steel-development.ru

**[www.steel-development.ru](http://www.steel-development.ru)**