

ВВЕДЕНИЕ

В современном мире строительства высотные здания получили большое развитие. Они являются примером того, как утилитарные потребности человечества служат мощным стимулом научно-технического прогресса, в том числе развития архитектурной науки, появления новых приемов градостроительства, архитектурно-строительных, конструктивных и инженерно-технических решений.



Высотные здания стали показателем экономического прогресса, мощи государств и престижа ведущих, преуспевающих фирм. С возведением небоскребов изменились очертания городской застройки, появились новые доминанты, преобразовывается организация жизненного пространства, как внутри самих зданий, так и в масштабах района застройки.

Вот уже более ста лет человечество рвется ввысь, покоряя все новые высоты в строительстве небоскребов: сто метров, пятьсот, километр... Но мало только возвести подобное сооружение, его нужно еще и поддерживать в рабочем состоянии. А чем оно выше, тем сложнее это делать.



Раздел 1.

АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

1.1. Конструктивные системы высотных зданий

Высотным принято называть здание высотой более 75 м (более 25 этажей). Эти здания могут иметь разное назначение:

- быть гостиницами (Ленинградская, Киевская);



- офисами (Министерство иностранных дел на Смоленской площади);



- жилыми домами (Кудринская площадь, Котельническая набережная);



- жилыми комплексами («Алые паруса», «Эдельвейс»);



- учебными зданиями (МГУ).

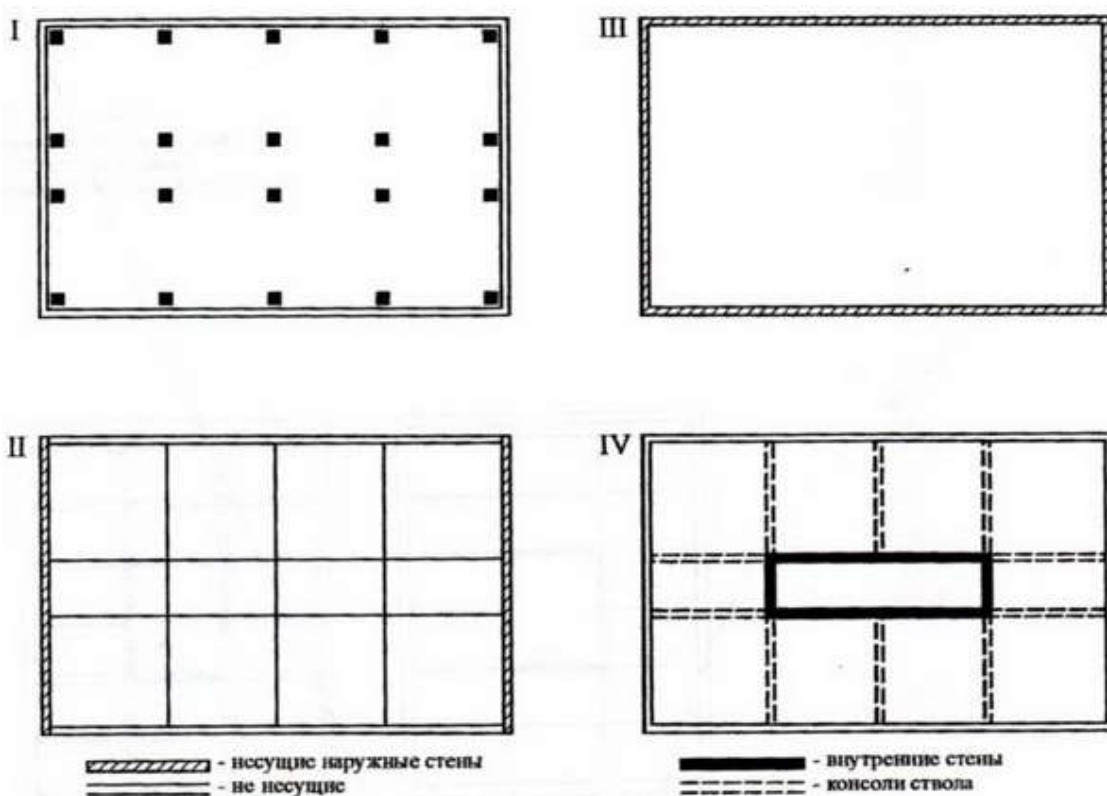


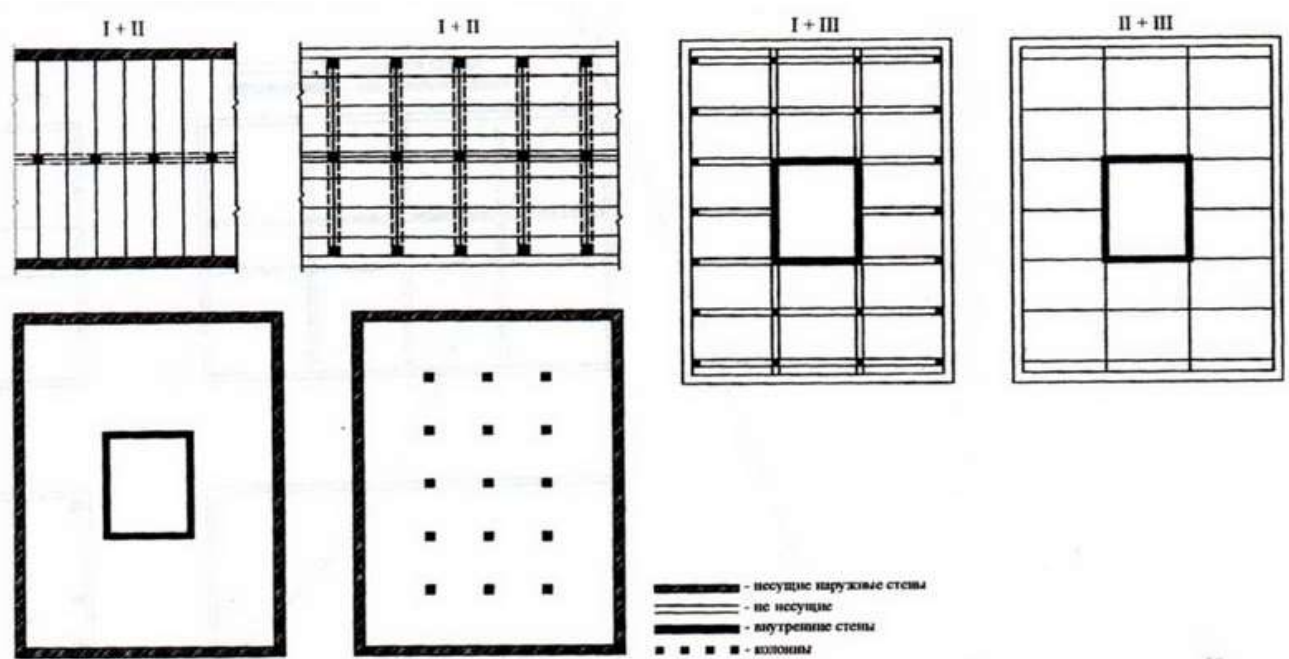
Чаще всего высотное здание является многофункциональным. В нем, помимо помещений основного назначения, размещаются автостоянки, магазины, офисы, кинотеатры и др.

Высотные здания, особенно здания значительной высоты, *имеют свою специфику, существенно отличающую их от обычных зданий*.

С ростом высоты здания резко увеличиваются нагрузки на несущие конструкции. Можно выделить несколько конструктивных систем таких зданий:

- каркасная;
- рамно-каркасная;
- поперечно-стенная;
- ствольная;
- коробчатая;
- ствольно-коробчатая («труба в трубе», «труба в ферме»);
- и др.





Конструктивные системы высотных зданий:

I – рамная; II – диафрагмовая; III – оболочковая; IV – ствольная;
 I + II каркасно-стеновые; I + III – каркасно-ствольная;
 II + III – ствольно-стеновые; III + IV – оболочково-ствольная;
 III + I – оболочково-каркасная.

Стволом или ядром в высотных зданиях является жесткий (монолитно выполненный) лестнично-лифтовой узел.

Выбор той или иной *конструктивной системы зависит от многих факторов*, основными из которых считаются:

- высота здания;
- условия строительства (сейсмичность, грунтовые особенности, атмосферные, особенно ветровые, воздействия);
- архитектурно-планировочные требования.

Практикой строительства установлено, что каркасные и рамно-каркасные системы, обладающие ограниченной жесткостью, в основном применяют в зданиях высотой до 40 этажей, ствольные – до 50–60 этажей, ствольно-коробчатые и коробчатые – до 80–90 этажей, а свыше этого – по схеме «труба в ферме».

1.2. Подземные конструкции высотных зданий

Фундаменты высотных зданий проектируют на базе результатов предпроектных тщательных и всесторонних инженерно-геологических и инженерно-гидрологических изысканий. Эти изыскания дают основания для предварительной оценки несущей способности основания, его осадок и их неравномерности, общей устойчивости основания и проводятся по предусмотренным действующими нормативными документами методикам.

Помимо этого, изыскания дают основания для прогнозирования вероятности развития опасных процессов в основании. Неблагоприятный прогноз может служить основанием для отказа от выбранной площадки строительства по требованиям безопасности или из-за высокой стоимости мероприятий по понижению интенсивности влияния этих процессов.

Изыскания позволяют выявить возможное влияние строительства высотного здания на окружающую застройку. В первом периоде – при эскалации колоссальных объемов грунта (глубина котлована может превысить 10 м). В период эксплуатации – из-за влияния осадки основания под нагрузкой высотным зданием. Эти обстоятельства диктуют как выбор проектного защитного решения, так и постоянный мониторинг инженерно-геологических процессов, динамики движения подземных вод, деформаций основания в процессе эксплуатации здания.

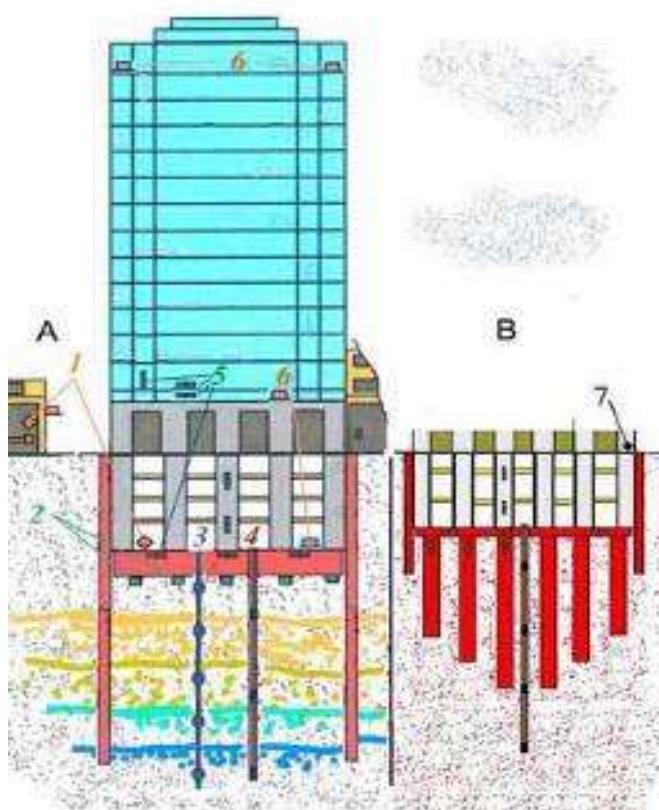


В международной практике для устройства фундаментов высотных зданий применяют достаточно широкий спектр конструктивных решений, а именно:

- буровые опоры глубокого заложения;
- забивные сваи-стойки и висячие сваи;
- свайно-плитные конструкции;
- монолитные плитные и коробчатые;
- ленточные фундаменты.

Во всех случаях класс бетона фундаментов применяется не ниже В25.

Массивные свайные, буронабивные фундаменты, глубокого заложения под отдельные опоры применяют при соответствующей конструктивной системе, при которой концентрация нагрузок до 50-100 тыс. тонн приходится на отдельные редко расположенные опоры, как например, в зданиях оболочковой системы с несущей оболочкой в виде раскосной макрофермы. Глубина заложения таких фундаментов в соответствии с грунтовыми условиями может составлять до 30-40 м.



При недостаточной несущей способности, плита фундамента может быть эффективно дополнена мощными буронабивными опорами и превратиться в свайно-плитный фундамент, повышающий взаимодействие здания с основанием. Однако применение такого конструктивного варианта допустимо лишь при отсутствии в основании высоко расположенных водоносных пластов.

В процессе проектирования, начиная с предпроектной стадии до начала строительства, разрабатывается программа мониторинга, предусматривающая обследование зданий окружающей застройки, их оснований и фундаментов.

1.3. Надземные конструкции высотных зданий

1.3.1. Несущие конструкции

Конструкции внутренних стен и колонн высотных зданий по существу технического решения мало отличаются от применяемых в зданиях высотой до 75 м.

Наиболее существенное отличие заключается в увеличении их сечений, как по требованиям увеличения несущей способности, так и по резко возросшим требованиям к пределу огнестойкости (до REI 180 в зданиях высотой до 100 м и до REI 240 в более высоких зданиях).

Соответственно высоким требованиям к несущей способности вертикальных несущих конструкций для них применяют бетон класса по прочности на сжатие не менее В30 (в нижних этажах – В50 и В75), допускается изменение размеров сечений по высоте, предусматривается двухстороннее симметричное армирование.

Применение бетонов высоких классов по прочности на сжатие (В50, В75) для колонн с гибкой арматурой позволяет существенно уменьшать их сечение.

Для наиболее нагруженных элементов используются сталежелезобетонные конструкции с жесткой арматурой из прокатных или сварных эле-

ментов, дополненной гибкой арматурой по контуру. Процент армирования колонн принимают в пределах от 1 до 7 %, стен – до 0,5%.

Радикальное увеличение несущей способности колонн дает переход к колоннам из трубобетона. В таких колоннах стальная оболочка из круглой стальной трубы, заполненной бетоном высокой прочности, создает обжатие бетонного ядра, служа одновременно вертикальной и горизонтальной арматурой колонн.



За счет вертикального и горизонтального обжатия бетонного ядра, несущая способность колонны увеличивается вдвое (по сравнению с железобетонной из бетона того же класса) с соответствующим уменьшением размеров поперечного сечения.

Колонны из трубобетона широко внедрены в строительство высотных зданий преимущественно в Юго-Восточной и Восточной Азии.

Высокие прочностные свойства трубобетонных колонн позволяют пересмотреть рекомендации по выбору конструктивных систем.

Процент армирования трубобетонных колонн составляет 4-5%, не превышая, таким образом, процента армирования железобетонных колонн с жесткой арматурой.



Стволы жесткости представляют собой наиболее специфичную для высотного строительства внутреннюю вертикальную несущую конструкцию. Она присуща большинству высотных зданий различных конструктивных систем.

Самый распространенный вариант конструкции – центрально расположенный монолитный железобетонный ствол. В зависимости от нагрузки (этажности) толщина стен ствола в нижнем ярусе может достигать 60-80 см, а в верхних сокращаться до 20—30 см. Минимальный класс бетона для вертикальных несущих конструкций В30, но в нижних этажах высотных зданий приемлемо применение высокопрочных бетонов классов В50 и В60.

В конструктивно-планировочном отношении удачна относительно редко принимаемая конструкция ствола открытого профиля, например крестообразного сечения. Она исключает трудоемкое и металлоемкое устройство многочисленных надпроемных перемычек, необходимых в стволах закрытого сечения, и упрощает установку лифтов. Ограничение в их применении оправдано только в особо высоких сооружениях, когда жесткость ствола открытого сечения может оказаться недостаточной.

Стальные конструкции стволов представляют собой в большинстве случаев *решетчатую систему, обетонируемую после монтажа.* Исключе-

ния из этого правила встречаются крайне редко, когда ствол имеет не только несущие, но и архитектурно-композиционные функции.

1.3.2. Перекрытия

Конструктивные решения перекрытий подчинены требованиям пожарной безопасности, обеспечения их прочности и минимальной деформативности в плоскости (на горизонтальные), из плоскости (на вертикальные нагрузки и воздействия).

Первое требование ограничивает вариантность конструкций перекрытий по их материалу: они должны быть несгораемыми и, соответственно, железобетонными.

Основные варианты железобетонных перекрытий:

- монолитная плоская или ребристая плита;
- монолитная с оставляемой сборной железобетонной опалубкой;
- сборная из многопустотных, сплошных или ребристых настилов.

В зарубежной практике основным вариантом перекрытия является сталежелезобетонная конструкция из стальных балок и монолитной железобетонной плиты по профилированному стальному настилу, который служит одновременно несъемной опалубкой и отчасти армированием плиты. Этот вариант конструкции перекрытия, как правило, проектируют с подвесным потолком, который скрывает в интерьере стальные балки и создает пространство для разводки многочисленных коммуникаций – электрических, вентиляционных и др. А сам потолок может способствовать улучшению акустического режима помещения при выполнении его из звукопоглощающих материалов

Однако в отечественных условиях складывается неблагоприятная обстановка для расширенного внедрения сталежелезобетонной конструкции перекрытий в связи с предусмотренным МГСН 4.19-2005 требованием увеличения предела огнестойкости перекрытий в зданиях выше 100 м до REI 240. Это потребует омоноличивания стальных балок. Не способствует таким

высоким противопожарным требованиям также система стальных подвесок и каркаса подвесных потолков.

1.3.3. Наружные стены

В зависимости от конструктивной системы здания наружные стены могут быть несущими и ненесущими. При этом несущие стены конструируются различно в зависимости от того, являются ли они несущей оболочкой здания или образованы пилонами ствольно-стеновой системы.

На конструирование наружных стен в целом влияют нормативные требования к огнестойкости, тепловой защите и несущей способности.

Если для несущих стен, как и для колонн, регламентированы пределы огнестойкости по несущей способности в REI 180 и REI 240 в зависимости от высоты здания, то для ненесущих – только по целостности – в REI 60.

Назначение тепловой защиты для глухой части наружных стен дифференцировано в зависимости от их высоты.

Регламентированы также величины сопротивления теплопередаче светопрозрачных конструкций.



Несущие стены участвуют в работе конструктивной системы здания на все виды силовых воздействий и воспринимают переменные по высоте здания ветровые нагрузки, включая их пульсационную составляющую.

Родоначалницей оболочковой стеновой несущей конструкции является стальная безраскосная пространственная многоэтажная многопролетная рама (решетка) из сварных стержней коробчатого сечения, примененная в зданиях-близнецах WTC в Нью-Йорке.

1.3.4. Инженерные системы

Комплекс инженерного обеспечения высотного здания включает более 30 систем. Ряд инженерных систем, таких как водопровод, канализация, мусоропроводы и др., зонируют в пределах между соседними техническими этажами, которые располагаются по высоте на расстоянии не более 50 м.

Помимо централизованных источников теплоснабжения высотного здания предусматриваются автономные источники теплоснабжения (АИТ), которые могут размещаться как в самом здании, так и в виде отдельно стоящих объектов.

Необходимое количество лифтов, их грузоподъемность и скорость определяют расчетом при принятом интервале движения лифтов 80–100 с, а каждый лифт необходимо располагать в отдельной шахте.

В высотных зданиях все электроприемники по степени надежности относятся к 1 и 2 категориям. К 1 категории надежности относятся противопожарные системы, пожарная и охранная сигнализация, лифты, эвакуационное и аварийное освещение, оповещение людей при пожаре, огни светового ограждения и другие ответственные электроприемники. Их питание требуется осуществлять от двух независимых источников питания с устройством автоматического включения резерва (АВР).

Помимо этого регламентирована комплексная безопасность зданий, включающая безотказность и управляемость всех инженерных систем и мероприятий, связанные с антитеррористической деятельностью. Мировой опыт эксплуатации таких зданий подтверждает их необходимость.



Особое внимание при проектировании и эксплуатации высотных зданий уделяется противопожарным мероприятиям. Несущие конструкции зданий должны удовлетворять повышенным требованиям по пределам огнестойкости, равным не менее REI 180. То же относится к коммуникационным шахтам и шахтам дымоудаления.

Само здание должно соответствовать 1-й степени огнестойкости при его высоте до 100 м, а более высокие – особой степени огнестойкости, а класс конструктивной пожарной опасности – СО. Для обеспечения доступа пожарных в любую квартиру на фасадах здания рекомендуется предусматривать специальные испытанные подъемные устройства с возможностью их использования для ремонта фасадов и мойки стекол. Сказанное относится только к части большого комплекса противопожарных мероприятий, которые обязательны при проектировании и эксплуатации высотных зданий.

1.4. Архитектурно-планировочные решения

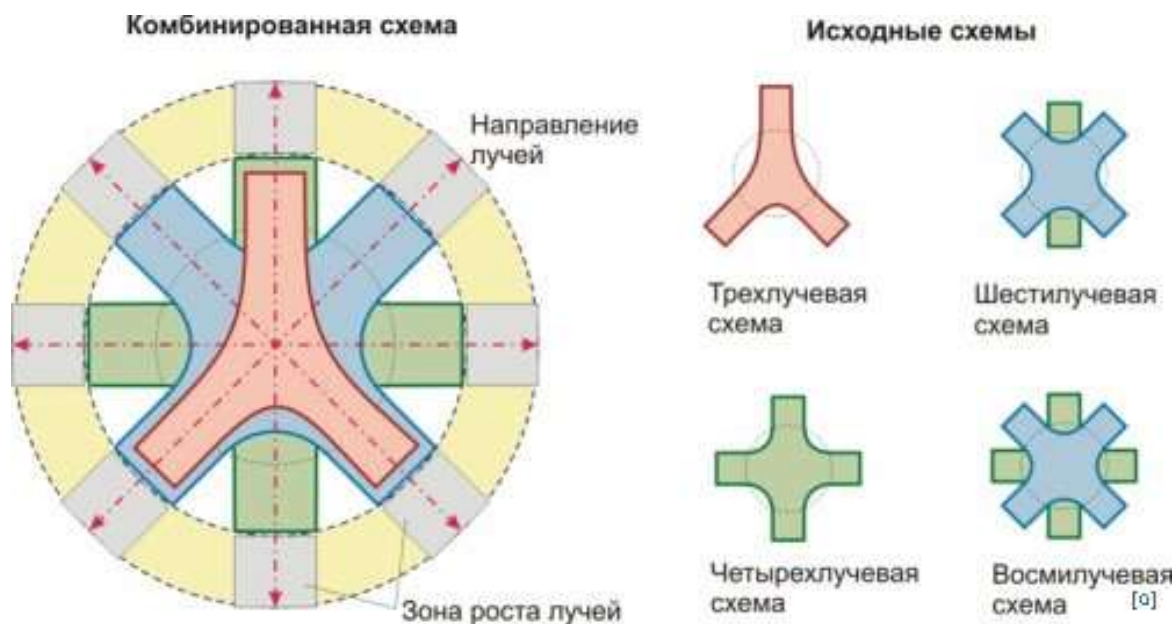
От того насколько удачно найдено *архитектурно-планировочное решение* зависит в какой степени проект будет выгодным для инвестора при реализации, а также уровень комфортабельности и экономичности здания при и эксплуатации.

За основу планировочного решения высоток обычно принимают схемы точечных домов с широким корпусом. Их типологический ряд по *планировочной схеме* весьма многообразен и включает в себя варианты планов, по форме представляющих собой:

- квадрат;
- прямоугольник;
- круг;
- эллипс и т.п.;
- также сочетание нескольких форм.

Из них можно выделить варианты, которые по внутренней структуре, а также и внешним очертаниям напоминают буквы Y, X, Ж или их графические сочетания. В отличие от простых схем они более интересны и оригинальны, но в то же время являются упорядоченными и четкими. *На основе этих планировочных схем формируются многолучевые здания.*

Многолучевые здания формируются посредством планировочного приема, при котором объемно-планировочные элементы komponуются группами вокруг центрального ядра по нескольким направлениям в виде лучей. При этом под элементами объемно-планировочной схемы подразумеваются квартиры, а центральным ядром дома являются внеквартирные коммуникации (лестничные клетки, лифтовые холлы, внеквартирные коридоры и т.п.), технические помещения, инженерные коммуникации. Количество лучей может быть разным, от трех до восьми, так же, как и их длина и ширина.



Многочуевая схема планировки здания.

Такое планомерное развитие и широкое применение рассматриваемых зданий можно объяснить преимуществами планировочной схемы. Так, выработанные в настоящее время архитектурные решения многочисленных жилых домов имеют следующие положительные качества.

1. Получение в объеме одного здания широкой палитры квартир разных типов за счет возможности варьировать планировку по этажам, что обеспечивает гибкость в учете демографического состава населения района застройки, или фактора "покупаемости" разных типов квартир. Кроме того, возможно дифференцировать площади одинаковых типов квартир. Так, квартиры с одним количеством комнат имеют разные площади, что позволяет более эффективно осуществлять выбор жилья при заселении.

2. Возможность размещения до 13 квартир на этаже. Все квартиры хорошо защищены от шума лестнично-лифтовой зоны, имеют расширенные площади подсобных помещений.

3. Оптимальное решение внеквартирных коммуникаций, позволяющее включить в их состав дополнительные шахты и помещения для размещения компьютеризированных и автоматизированных инженерных систем, совре-

менную аппаратуру, в том числен и периферийные устройства бытовой техники.

4. Программируемое изменение размеров лучей (длину и ширину), дающее преимущество для архитектурно-планировочного решений, например, расширение или сужение силуэта здания по высоте, получение вариантов асимметричных и даже переменных по этажам решений в плане.

5. Выразительное и вариантное завершение, что создает наилучшие предпосылки для устройства в верхних этажах квартир типа "пентхауз".

6. Превращение дома в многофункциональный комплекс с учреждениями обслуживания, предприятиями торговли, а также с включением в объем здания офисов, гостиниц и других объектов общественного назначения.

Экономичность рассматриваемого типа жилых домов заключается в следующем:

- широкий корпус здания, обеспечивающий уменьшение показателя отношения периметра наружных стен к ограждаемой площади. Коэффициент ограждения $K = 0,16$ м (секция П 44Т-4 $K = 0,23$ м) (отношение периметра наружных стен к ограждаемой площади);
- компактность внеквартирных коммуникаций и уменьшение их удельной площади по отношению к площади обслуживаемых квартир;
- использование меньшего количества лифтов на то же количество квартир на этаже по сравнению с типовыми домами секционного типа.

Таким образом, перечисленные преимущества многолучевых зданий, а также то, что их планировочная схема подходит для условий высотного строительства, позволяют сделать вывод, что они являются перспективным видом высоток.

Архитектурно-планировочные решения жилого высотного здания должны удовлетворять требованиям, предъявляемым к жилищу I категории по уровню комфортности. Вместимость проектируемых автостоянок необходимо обеспечивать в соответствии с требованиями МГСН 1.01.99 к жилищу I

категории. Учитывая условия эксплуатации высотных зданий, требуется снаружи размещать специальные технические средства для ремонта фасадов и стеклопрозрачных ограждений. Приквартирные летние помещения подлежат обязательному остеклению и применению соответствующих ограждений для снижения психологического дискомфорта высотобоязни у жильцов, а окна выше 20–22 этажей в целях безопасности рекомендуется выполнять с неоткрывающимися наружными створками.

Следует особо остановиться на применении стеклопрозрачных ограждений. Анализ проектов уже первых высотных зданий показывает, что архитекторы склонны широко применять остекленные наружные ограждения и витражи. При этом не учитывается, что сопротивление теплопередачи этих конструкций не превышает $0,8 \text{ (м}^2\text{К)/Вт}$, что в 4 раза ниже требуемого сопротивления теплопередачи, предъявляемого к наружным стенам. Вследствие этого становится невозможным сделать теплоэффективными высотные здания с такими решениями фасадов.

Крышу высотного здания следует проектировать с внутренним водосток.

Раздел 2

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

2.1. Введение

Возведение многоэтажных зданий складывается из осуществления известных технологических процессов по устройству или монтажу конструкций здания: фундаментов, стен колонн и т.д. Однако особенности этих конструкций и фактор большой высоты, на которой производятся работы, определяют ряд отличий в технологии производства работ.

Конструкции многоэтажных зданий предполагают преимущественное применение для их возведения технологий монтажных, бетонных и наружных отделочных работ.

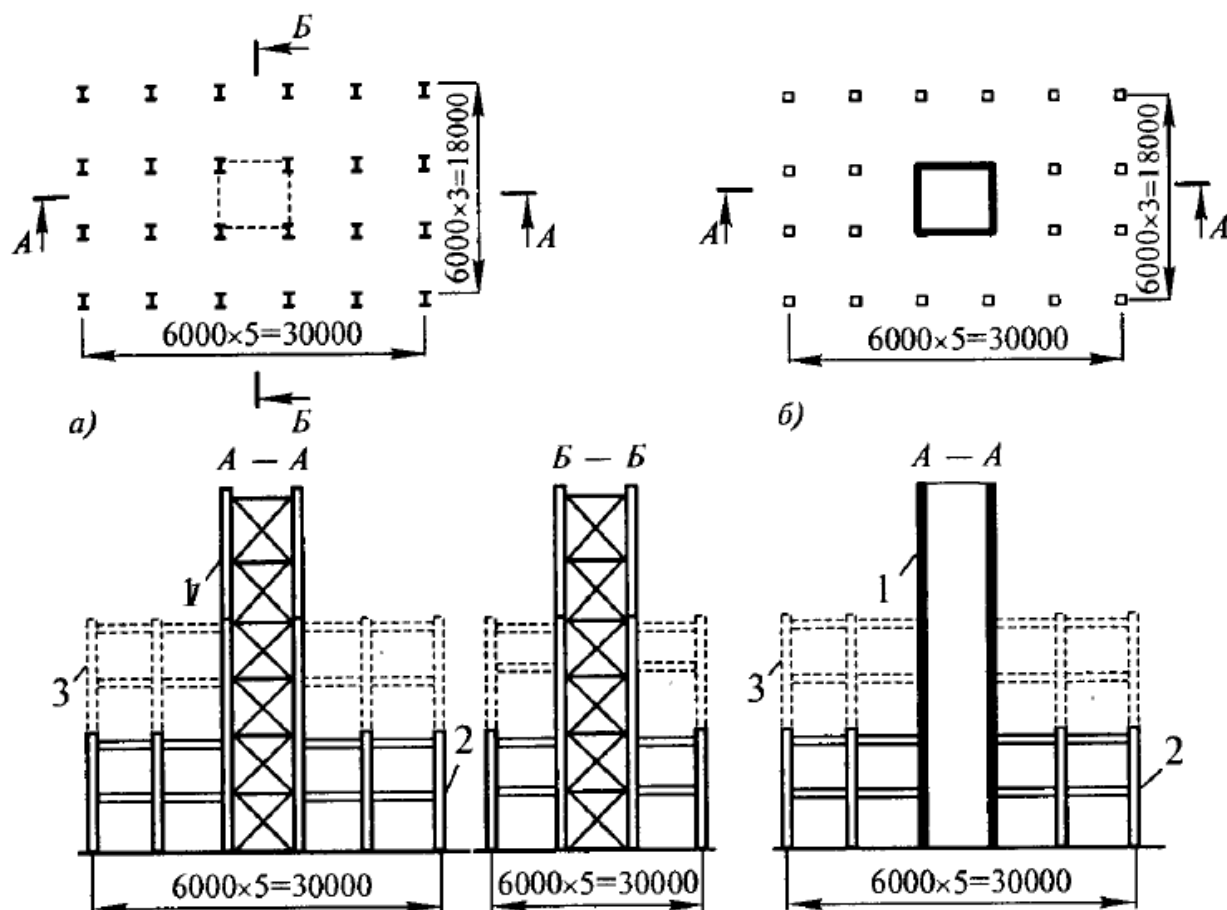
Специфика внутренних отделочных работ, также обязательных при строительстве многоэтажных зданий, *позволяет не рассматривать их в плане технологических отличий от обычного строительства*, поскольку «многоэтажность» в их выполнении ограничена высотой отдельного этажа и определяется, по ценовым показателям, классом здания.

Монтажные операции сами по себе практически не отличаются от обычных: сохраняются традиционная оснастка; приспособления и приемы, базирующиеся на установке конструкций в проектное положение с помощью крана.

Как отмечалось выше, конструктивной основой высотных зданий является стальной, железобетонный или комбинированный каркас с пространственным ядром жесткости или плоскими диафрагмами – связями.

При железобетонном каркасе или металлическом, но обетонированном, монтаж последующих ярусов возможен только после заделки стыков колонн, обетонирования металлических колонн нижних ярусов и набора бетоном стыков не менее 70% марочной прочности.

В большинстве высотных зданий предусмотрено ядро жесткости, которое воспринимает горизонтальные нагрузки от примыкающих частей здания и обеспечивает устойчивость и пространственную жесткость всего здания в процессе монтажа и эксплуатации.



Схемы высотных зданий:

а – со стальным ядром жесткости; б – с железобетонным каркасом;
1 – ядро жесткости; 2 – смонтированная часть каркаса; 3 – монтируемая часть каркаса

Ядро жесткости чаще выполняют в монолитных конструкциях, обычно бетонирование ядра опережает монтаж каркаса на 1...2 яруса. Для надежного соединения каркаса к ядру здания в стенках ядра жесткости должны быть оставлены штрабы, проемы с оголенными стержнями арматуры для крепления к ним балок каркаса сварными или болтовыми соединениями. Это очень трудоемко, но гарантирует, что монолитное ядро сразу начинает воспринимать горизонтальные нагрузки установленной части каркаса.

По конструктивным особенностям и технологическим условиям бетонирование ядра жесткости может отставать от монтажа каркаса. Это отставание допускает, что смонтированные конструкции сразу свариваются и обетонируются, чем обеспечивается быстрый набор стыками 70%-й прочности. Предельная высота, на которую монтаж может опережать бетонирование ядра жесткости, не должна превышать 8 этажей, обязательным условием при этом должно быть раскрепление каркаса временными вертикальными и наклонными связями. Междуетажные перекрытия обычно устраивают из крупнопанельных элементов, иногда в сборно-монолитном варианте.

При возведении многоэтажных зданий из монолитного железобетона *используемые опалубочные системы также не имеют каких-либо специальных отличий*, кроме систем, специально спроектированных для высотного строительства по типу скользящей или вертикально-переставной опалубки. *В таких системах особое внимание уделяется безопасности работ на высоте. Технологические приемы укладки и выдерживания бетона* и конструкций в целом *остаются традиционными*, ужесточаются требования по проведению контроля этих операций.

2.2. Подъемно-транспортное и вспомогательное оборудование для высотного строительства

Наиболее очевидные отличия многоэтажного строительства с позиций применяемых машин, механизмов и приспособлений проявляются в средствах для транспортирования грузов и обеспечения безопасности работ на высоте.

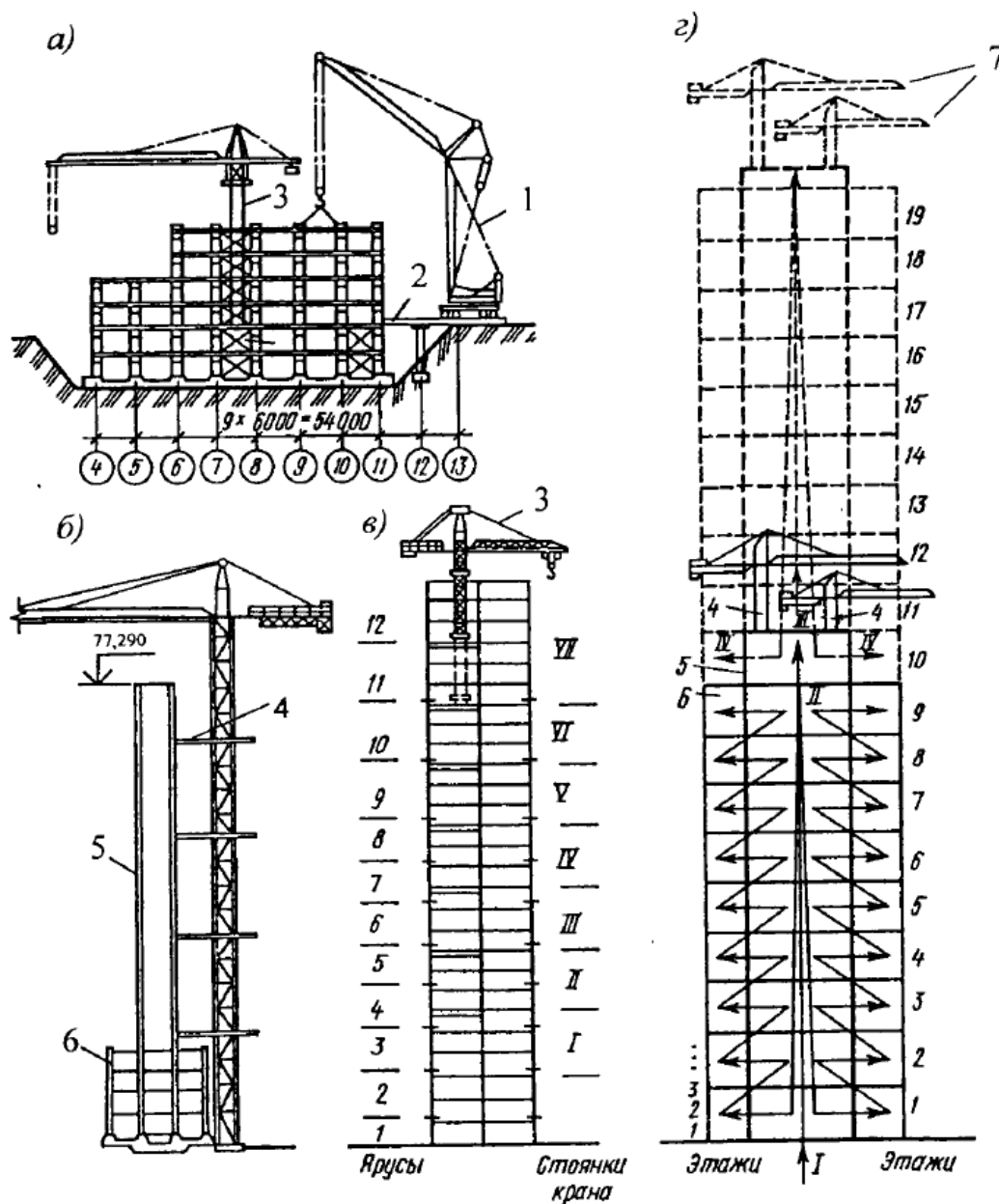
Для монтажа стальных конструкций каркасов многоэтажных зданий могут быть использованы следующие типы кранов:

- наземные – башенные;
- гусеничные (в башенно-стреловом исполнении);
- рельсовые;
- пневмоколесные;

они должны иметь значительную высоту подъема при необходимой грузоподъемности;

- самоподъемные башенные, устанавливаемые внутри контура здания и опирающиеся на смонтированные конструкции;
- стационарные приставные краны, устанавливаемые на земле, вне контура здания, и подращиваемые по мере крановой сборки, с закреплением башни к каркасу здания распорками-обоймами;
- комбинированные передвижно-приставные краны, используемые до отметок 50...55 м как свободностоящие и передвигающиеся по подкрановым путям, а на более высоких отметках работающие как стационарные приставные.

Традиционные башенные краны целесообразно применять при возведении зданий высотой не более 70-80 м, при большей высоте соотношение основных параметров крана (безопасность работ, грузоподъемность, масса поднимаемого груза и стоимость работ) становится неоптимальным.



Схемы возведения высотных зданий:

- а – передвижным и самоподъемным кранами; б – приставным краном;
 в – самоподъемным краном; г – двумя самоподъемными кранами;
 1, 3, 7 – монтажные краны; 2 – путь движения крана; 4 – монтажные связи крана;
 5 – ядро жесткости; 6 – стальной каркас; I...VII – этапы работ

Для обеспечения производства работ на высоте до 130-140 м следует использовать *приставные башенные краны*, прикрепляемые к возведенным конструкциям строящегося здания.

Приставные краны имеют высоту подъема крюка до 100...150 м. Треугольные или квадратные жесткие диски, закрепляющие башню крана к каркасу здания, устанавливают через 15...25 м.

Краны передвигаются вверх по мере выполнения крановой сборки и крепятся к каркасу здания.

Рекомендуемая технологическая схема строительства здания высотой до 130 м:

- для возведения конструкций на высоте 60 м и менее следует использовать традиционный башенный кран;
- а для возведения конструкций на высоте 130 м и менее – приставной кран.

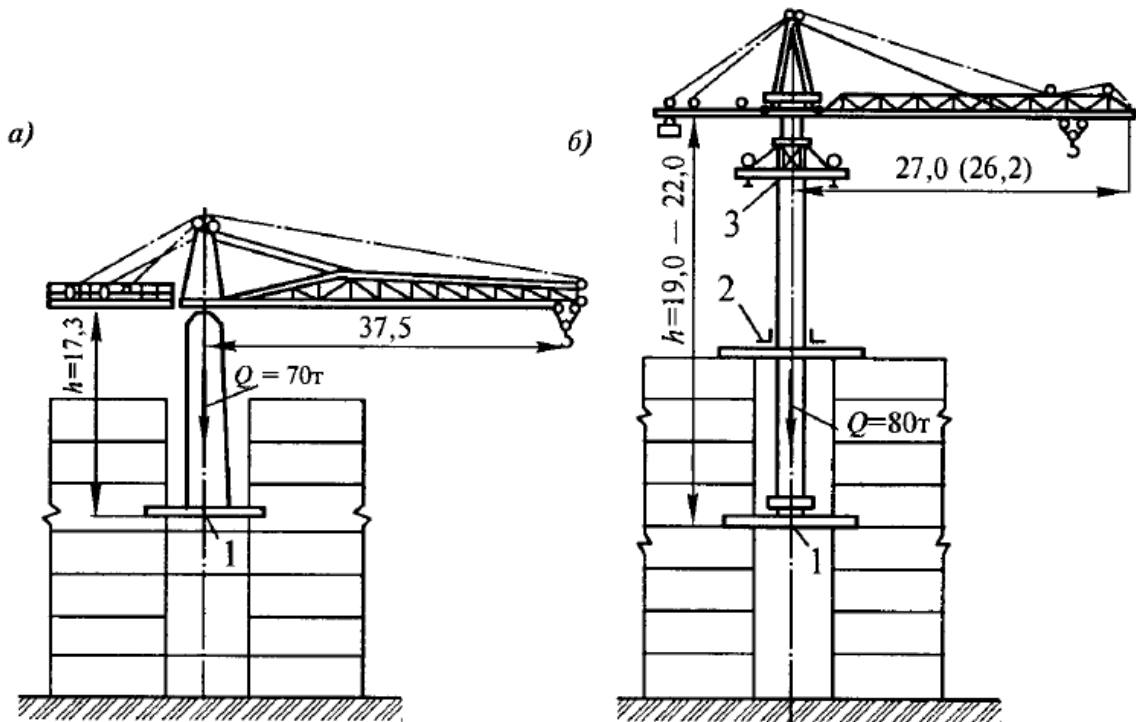


Крепление приставного башенного крана к каркасу здания
(г. Варшава, Польша, 2007 г.)

При большей высоте оптимальность использования приставного башенного крана исчерпывается, поэтому для возведения сооружений большей высоты используются *самоподъемные краны*, не имеющие ограничений по высоте подъема груза. Монтажные краны подобного типа крепятся к ядру жесткости здания и обеспечивают производство работ на ярусе высотой от 30 до 40 м.

В зданиях высотой свыше 150 м применяют самоподъемные краны, размещаемые вне габаритов возводимого здания. Такие краны перемещаются только по вертикали, поэтому их положение в плане определяется радиусом их действия и конфигурацией здания. Обычно принимают такое число само-

подъемных кранов, чтобы охватить рабочими зонами все строящееся здание. Каждый кран со своей стоянки монтирует конструкции в пределах одного яруса (двух, трех или четырех этажей), после чего его поднимают на новую стоянку.



Схемы самоподъемных кранов для монтажа высотных зданий:

- а – краны типа УБК с защемлением в горизонтальной плоскости;
- б – краны типа СБК с защемлением в вертикальной плоскости;
- 1 – нижняя опора; 2 – верхняя опора для восприятия горизонтальных реакций;
- 3 – подвижная обойма для самоподъема крана на следующую стоянку

Самоподъемные башенные краны решены в универсальном исполнении и перемещаются по высоте внутри одной из ячеек каркаса здания. При обычном решении расположения крана башня в нижней части опирается на опорные балки, обычно расположенные крестообразно. Эти балки имеют по концам поворотные или откидные консоли; опирание крана происходит через эти балки на ригели каркаса здания с помощью съемных хомутов. При необходимости подъема крана консоли убирают, чтобы он, поднимаясь, свободно проходил между ригелями смонтированного каркаса. По высоте перемещается кран с помощью специальной обоймы – пространственной конструк-

ции, которая охватывает башню крана. Конструкция стыков башни позволяет обойме скользить по ней – перемещаться вверх и вниз.



Возведение монолитных конструкций с использованием самоподъемного крана (г. Москва, Россия, 2008 г.)

Обойма через свои выносные опорные балки опирается на ригели каркаса. При перестановке крана по высоте первоначально поднимают и устанавливают на верхних ригелях смонтированного каркаса обойму, закрепляют и натягивают подъемный полиспаст, с помощью которого приподнимают башню крана. Откидывают консоли опорных балок, поднимают кран на следующую стоянку через 2...4 этажа, снова разворачивают консоли опорных балок, опускают кран на ригели каркаса, закрепляют опорную площадку хомутами. Обойма при подъеме крана служит направляющей и удерживает башню в вертикальном положении. Полиспаст располагается под центром тяжести крана, что исключает его перекосы при подъеме.

Наземными передвижными кранами можно монтировать здания высотой до 70 м, приставные краны позволяют монтировать здания высотой до 150 м, для самоподъемных кранов высота здания практически не ограничивается.

Самоподъемные и приставные краны могут быть оборудованы горизонтальными стрелами с подвижной кареткой или подъемными стрелами с грузовым полиспастом на конце стрелы.

Как правило, после окончания работ самоподъемные краны демонтируют и по частям опускают вниз с помощью лебедок. Однако за рубежом практикуют приемы, когда подобные краны консервируют и оставляют на кровле здания с целью их последующего использования, например, при текущем или капитальном ремонте здания¹.

При строительстве высотных зданий к традиционной проблеме подъема мелких грузов на стадии отделочных работ добавляется вопрос безопасного подъема рабочих.

Для этих целей, как правило, используют специальные грузопассажирские подъемники грузоподъемностью до 3 т и вместимостью до 20 человек.



Грузопассажирские подъемники (г. Варшава, Польша)

Рекомендуемая средняя рабочая высота подъема зависит от конструктивных особенностей строящегося здания. Количество и тип подъемников определяют исходя из конфигурации здания и требований по организации работ на объекте. Подъемники устанавливают после возведения 5-10 этажей надземной части. Очень важен вопрос темпов строительства высоток, а это уже, образно говоря, дело техники и технологии. Высотное здание, как пра-

¹ Теличенко, В. и др. Технологические особенности возведения высотных зданий. // Высотное строительство. – 2008. – №2.

вило, возводится темпами не ниже 4–5 этажей в месяц. При этом максимально задействуют совмещенные технологии возведения каркаса и фасадных систем, применяют высокопроизводительное оборудование и современные опалубочные системы. Разрыв между устройством каркаса здания и навешиванием его фасада может достигать 5–7 этажей.



Совмещение работ по устройству каркаса и фасада здания
(г. Москва, Россия, 2008 г.)

Сравнительно самостоятельными техническими элементами являются *средства обеспечения работ по устройству ограждающих конструкций наружных стен или отделке фасада*. Имеется в виду рабочие площадки, предназначенные для размещения рабочих и специализированного оборудования по внешнему контуру здания на значительной высоте.



Технологические площадки фасадов высоток (г. Дубай, 2008 г.)

При возведении зданий высотой менее 75 м, для этих целей традиционно применяют леса или навесные подмости разных типов. При этом, следует учитывать, что большинство существующих в настоящее время лесов применимо при возведении конструкций на высоте не более 100 м. Таким образом, для безопасного ведения работ на фасаде высотных зданий следует использовать специальные фасадные платформы.

Специфика возведения высотных зданий предполагает использование дополнительных технических средств, обеспечивающих безопасность и приемлемые климатические условия наружных строительных работ: *ветровые ограждения и защитные укрытия*.

Постоянная ветровая нагрузка на высоте оказывает серьезное воздействие на безопасность монтажных работ. Проведенные исследования показывают, что при производстве работ на высоте более 50 м на боковой поверхности строящегося здания возникают локальные, случайно направленные, вертикальные ветровые потоки. Следует учитывать возникающие в уровне верхнего обреза здания локальные горизонтальные ветровые потоки значительные силы, существенно осложняющие монтаж элементов большой площади (опалубочные панели и пр.) и оказывающие негативное физиологическое воздействие на рабочих. Все это усугубляется низкими температурами воздуха при производстве работ в зимнее время.

Исходя из вышесказанного, при производстве наружных работ следует предусмотреть следующие мероприятия:

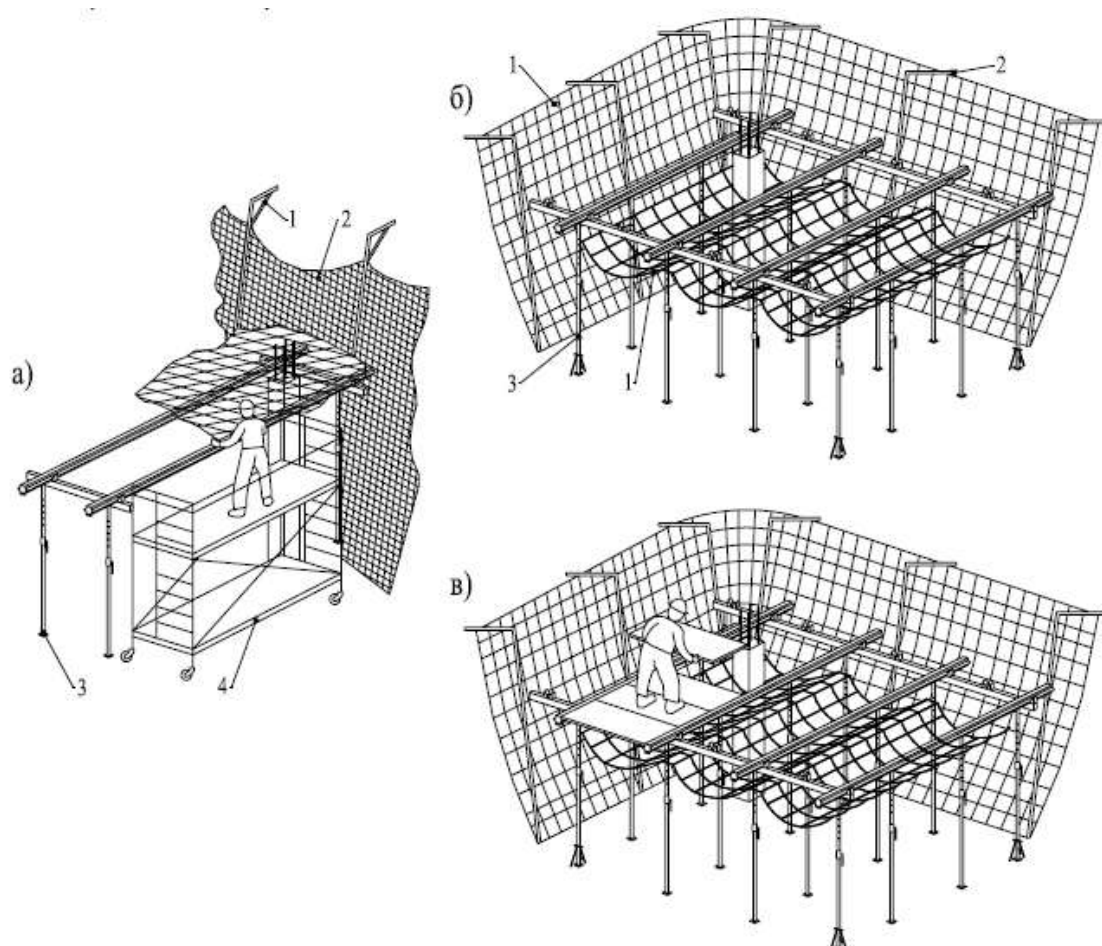
- установка ветрозащитных ограждений рабочей зоны, в том числе и при производстве наружных отделочных работ;
- формирование на фасаде здания в зоне производства работ тепляков, конструктивно совмещенных со средствами подмащивания и обеспечивающих приемлемые условия труда. Для устройства теплоизоляционного ограждения следует использовать сетки специального назначения, тканевые завесы и пр.



Установка ветрозащитных ограждений на фасаде высотного здания
(г. Москва, Россия, 2007 г.)

При производстве работ на высоте особое внимание следует уделить обеспечению безопасности труда. Анализ существующих в настоящий момент систем коллективной безопасности при работе на высоте, в зависимости от их конструктивных особенностей, позволяет выделить следующие типы систем коллективной защиты:

- защитно-улавливающая система;
- универсальная улавливающая система;
- улавливающая система;
- ограждения предохранительные;
- сетчатое ограждение;
- защитные козырьки.



Пример использования вертикальной защитной системы
при монтаже опалубки монолитного перекрытия

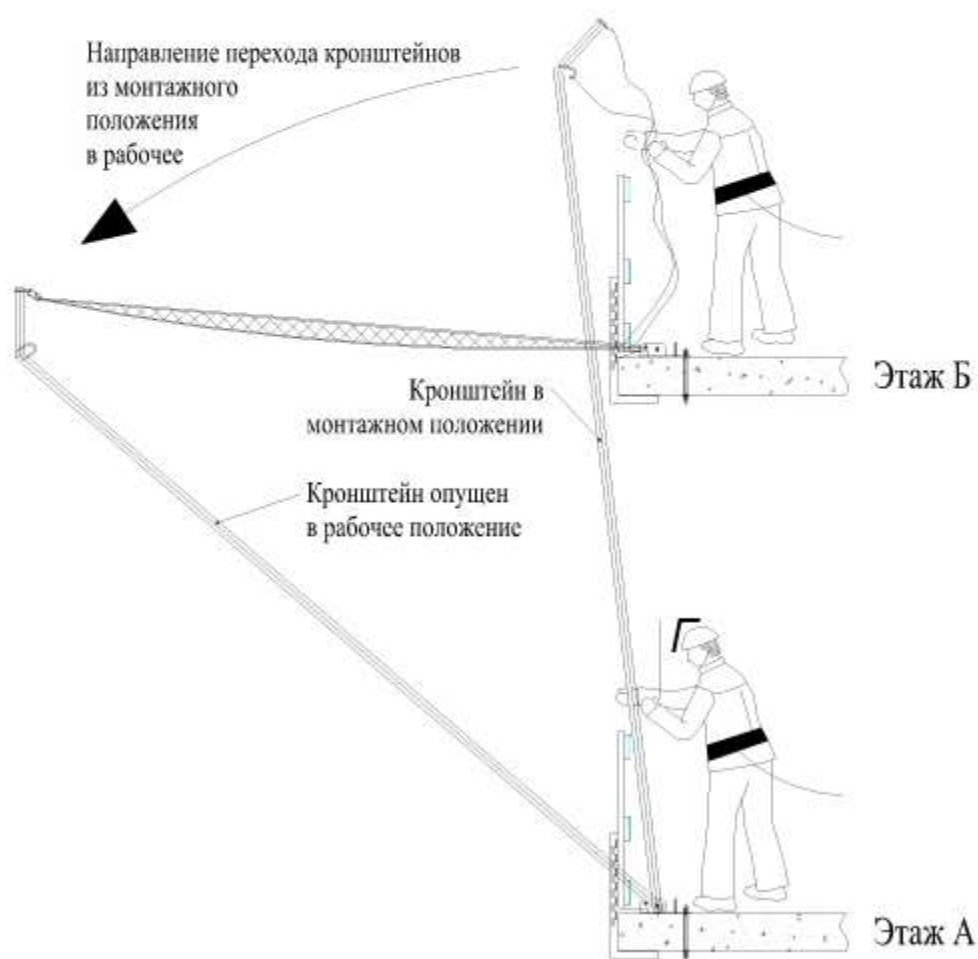
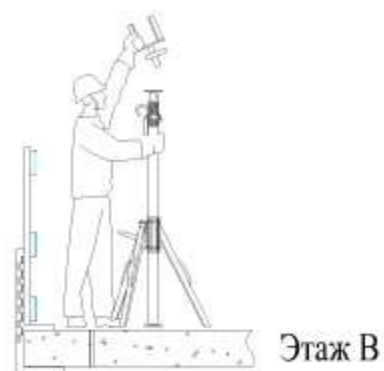
1 – кронштейн; 2 – защитная сетка; 3 – опалубка перекрытия; 4 – передвижные подмости

Специалисты РУП "Институт БелНИИС" в рамках ведения договора о научном сопровождении строительства первого небоскреба в г. Минске такого как "Административно-торговый центр по проспекту Победителей 7" разработали ППР и технологические схемы устройства защитных ограждений по наружному контуру при возведении монолитного каркаса. Разработано две технологические системы устройства защиты наружного контура. *Защитно-улавливающая система* (ЗУС) состоит из закрепленных по контуру перекрытий кронштейнов, по которым навешиваются улавливающие сетки.



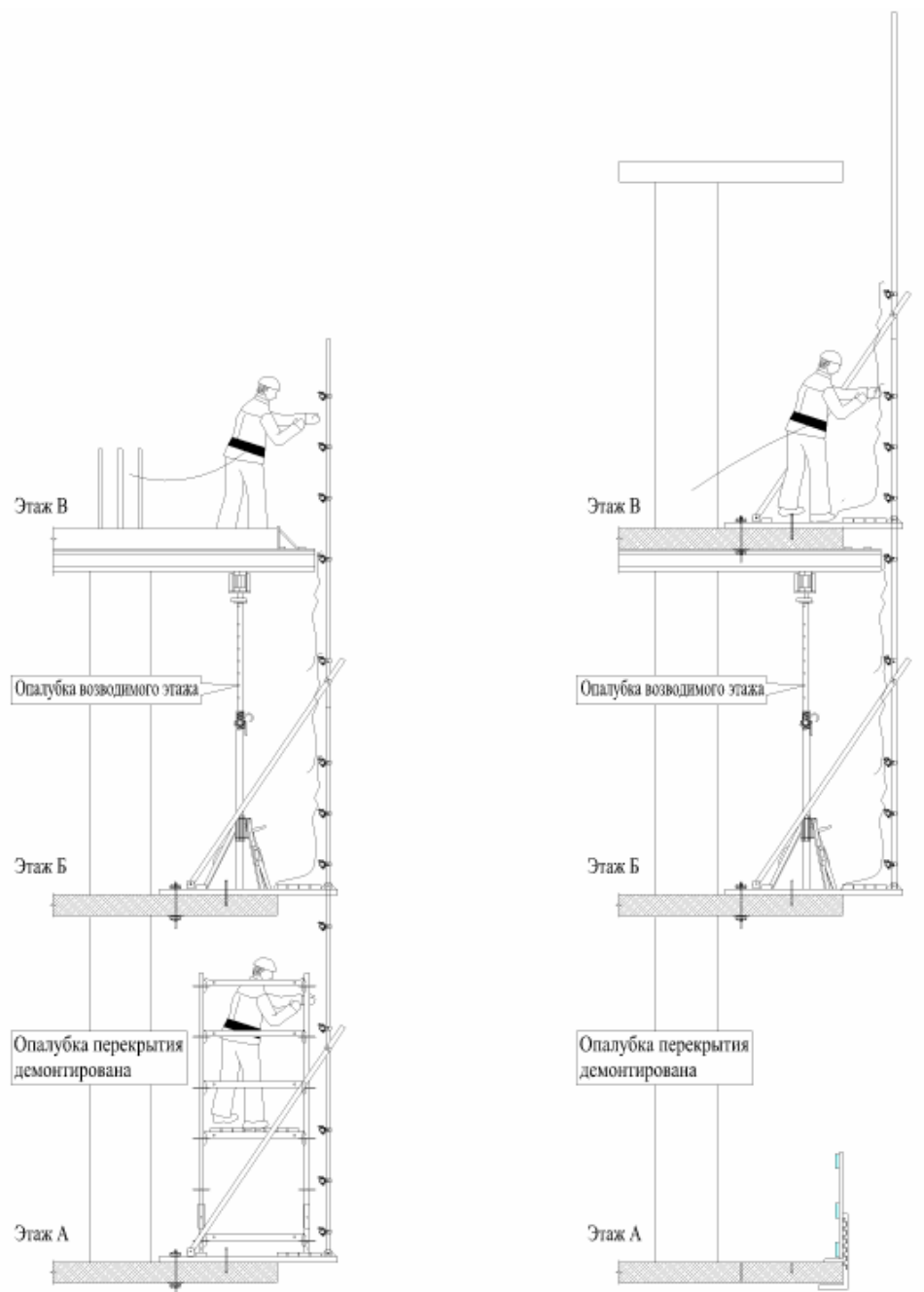
Устройство защитного ограждения при строительстве высотного здания

ЗУС применяется как дополнительное средство защиты работающего в случае его падения с высоты 6-7 м непосредственно на сетку, а также его защиты от падающих строительных отходов в процессе возведения каркаса здания.



Технологическая схема защитно-улавливающей системы (ЗУС)

Предохранительные ограждения металлические (ПОМ) разработаны для создания безопасных условий труда при возведении монолитных каркасов высоток. Ограждения оснащены сетчатыми экранами.



Технологическая схема устройства ограждения

ПОМ решают следующие задачи:²

- предохранение от падения за наружный край перекрытия работников, выполняющих работы по монтажу опалубки перекрытия на вышележащем этаже;

² Марковский М.Ф. и др. Технология строительства высотных зданий Архитектура и строительство №2 (220) 2011г.

- предохранение от падения за наружный край перекрытия работников, выполняющих работы по армированию и бетонированию перекрытия на вышележащем этаже;
- предохранение от падения за наружный край перекрытия работников, выполняющих работы по полному комплексу работ по устройству колонн, внутренних стен и диафрагм за исключением наружных стен (необходимо применение наружных консольных подвесных подмостей);
- демонтаж опалубки перекрытия и приведение в соответствие бетонных поверхностей на нижележащем этаже;
- предотвращение падения в опасную зону строящегося здания инструмента, элементов опалубки, строительных материалов, отходов.

2.3. Способы монтажа зданий выполненных из железобетона

2.3.1. Монтаж зданий при железобетонном каркасе

Для сокращения сроков строительства и ускорения производства работ здание разбивают на захватки и рабочие участки. Возведение здания осуществляют по одно- или двухзахватной системе. Захватки обычно ограничиваются температурными швами, каждая захватка делится на два участка. Если на первом участке захватки осуществляют монтаж, то на втором в это же время на ранее смонтированных элементах осуществляют окончательную сварку стыков и их заделку, и заливку швов. Работы организуют вертикальным потоком при поэтажном монтаже или последовательными ярусами сразу на высоту яруса. Ярус по высоте обычно составляет 2...4 этажа и зависит от конструктивных особенностей здания и принятой высоты колонн. Иногда применяют неразрезные колонны на высоту сразу 6 этажей, высота монтажного яруса в этом случае также составит 6 этажей. Одноэтажную разрезку применяют крайне редко, обычно при использовании в каркасе рамных железобетонных элементов.

В зависимости от конструктивного решения наиболее распространены следующие типы зданий:

- *со сборным каркасом и самонесущими стенами.* Каркас таких зданий в поперечном направлении komponуют из жестких рам. В продольном направлении колонны соединяют жестким диском-перекрытием, передающим горизонтальные усилия на стены;
- *со сборным каркасом и навесными панелями.* При таком решении каркас выполняют рамной конструкции в двух направлениях, а при наличии рам только в одной плоскости, в другой ставят связи;
- *рамной конструкции с безбалочным перекрытием.* Основными элементами каркаса являются колонны со стыками через 2 этажа, ригели, плиты перекрытий и стеновые панели.

Возведение высотного здания подразделяют на следующие этапы:

- возведение подземной части здания;
- бетонирование ядра жесткости;
- монтаж сборных конструкций или возведение монолитного каркаса;
- монтаж перегородок;
- отделочные работы.

Монтаж конструкций каркаса включает установку конструкций в проектное положение, их выверку, сварку стыковых соединений, противокоррозионную защиту, заделку стыков и швов. Указанные процессы обычно выполняют двумя смежными потоками:

1. устанавливают элементы каркаса, осуществляют сварку и антикоррозионную защиту конструкций;
2. осуществляют замоноличивание монтажных стыков, узлов, заливку швов плит перекрытий и бетонирование монолитных участков каркаса.

Монтаж конструкций каркаса здания начинают с установки колонн. Качество всех смонтированных конструкций в значительной мере зависит от точности установки колонн в плане и по высоте, поэтому их выверке необходимо уделить большое внимание.

Колонны первого яруса заделывают в стаканах фундаментов, на последующих ярусах колонны временно закрепляют в кондукторах. Применяют кондукторы на одну, две и четыре колонны. При применении групповых кондукторов на четыре колонны в работе должно быть не менее двух кондукторов, что позволит одновременно монтировать три смежные ячейки.

При установке ригелей и плит групповой кондуктор служит в качестве подмостей. После выполнения в ячейке сварки всех стыков кондуктор перемещают на следующую стоянку.

При использовании кондукторов выверку каждой колонны по осям осуществляют с помощью винтовых устройств кондукторов, обеспечивающих принудительную выверку колонн и временное их закрепление, которое может выполняться также с помощью инвентарных расчалок или жестких подкосов с винтовыми муфтами, подкосы закрепляют к закладным петлям ранее установленных конструкций.

Работы второго потока осуществляют непосредственно после установки и выверки конструкций каждого яруса отдельного монтажного участка на захватке.

Элементы каркаса устанавливают в последовательности, обеспечивающей создание замкнутых ячеек каркаса и, следовательно, устойчивость смонтированных конструкций. При самоподъемном кране сначала устанавливают конструкции ячеек, расположенных вблизи крана, затем – более удаленных.

При каркасе из сборных железобетонных конструкций его жесткость и устойчивость обеспечиваются не только прочностью самих конструкций, но и прочностью стыков колонн, всех остальных стыков элементов каркаса. За-

прещается приступать к монтажу конструкций последующего этажа, пока не будут закреплены сварными соединениями все стыки и узлы предыдущего.

В железобетонных каркасах с плоскими вертикальными диафрагмами жесткости монтаж конструкций каждого яруса (этажа) выполняют в такой последовательности:

1. колонны, диафрагмы жесткости, ригели;
2. наружные стеновые панели, оставшиеся внутренние панели и перегородки;
3. лестничные площадки и марши, плиты перекрытий.

Широкое распространение получило использование крышевых кранов для монтажа стеновых панелей, других элементов ограждения. Они применимы для бетонирования верхних ярусов ядра жесткости на высоту до 6 этажей, для подачи на высотные приемные площадки бетона, раствора, мелкоштучных и сыпучих материалов, санитарно-технического оборудования, столярных изделий и т. д.

Монтаж стеновых панелей либо совмещают с монтажом каркаса и ведут параллельно, либо их навешивают сразу на всю высоту здания после окончания возведения каркаса. Во втором случае для монтажа стеновых панелей может быть задействован крышевой кран.

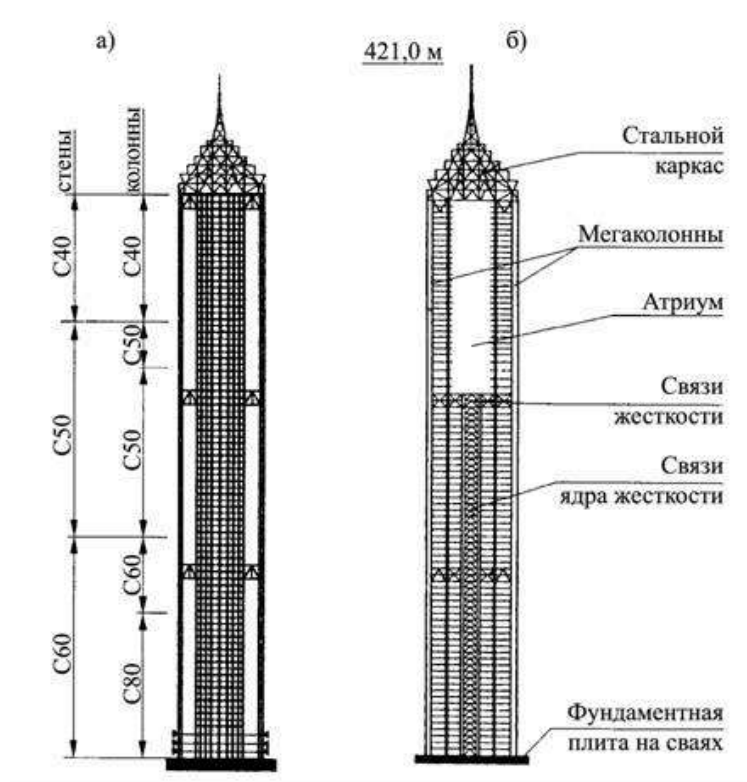
Элементы железобетонного каркаса устанавливают в последовательности, обеспечивающей создание замкнутых ячеек каркаса. Все несущие конструкции и связи необходимо закреплять сразу после выверки элементов каждой ячейки. Особое внимание необходимо уделить правильности положения колонн в плане и обеспечению их вертикальности. Для этого колонны устанавливают с помощью одиночных, групповых кондукторов и РШИ, с применением подкосов и гибких расчалок.

Межколонные плиты-распорки укладывают сразу после ригелей, их приваривают к закладным деталям, расположенным на опорных гранях ригелей и элементов стен жесткости. Рядовые плиты приваривают к закладным

деталям обязательно в трех узлах. Качество приварки каждой плиты необходимо проконтролировать до укладки соседней плиты.

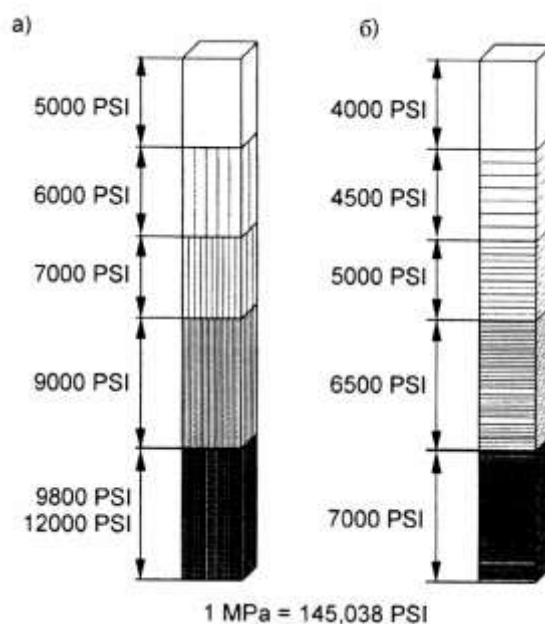
2.3.2. Укладка монолитного железобетона

Основным материалом, используемым для строительства каркаса высотных зданий и сооружений, является монолитный железобетон. Основу процесса возведения монолитных высотных зданий составляет комплекс технологических и организационных мероприятий, направленных на оптимизацию сроков производства работ, снижение трудоемкости работ и обеспечение требуемого качества конструкций. Мировая практика показывает, что в основном применяют бетон классов С40–С60. В последние годы наметилась тенденция к применению высокопрочных бетонов классов С60–С90. При возведении монолитного каркаса комплекса Федерация в г. Москве применен бетон класса С60 и С80–С90. С конструктивной точки зрения целесообразно использовать класс бетона в соответствии с действующими нагрузками по высоте здания. Примером рационального использования классов бетона может служить каркас Jin mao building w szanghaju. Мегаколонны на нижних этажах имели сечение 1,5*5,0 м с переходом на более высоких этажах – 1,0*3,5 м. При этом класс бетона варьировался от С80 до С40.



Распределение прочности бетона по высоте (а) и схема конструкции (б) башни "Jin Mao Building w Szanghaju" (г. Шанхай, Китай)

В 72-этажном здании высотой 264 м "Tiump World Tower" (г. Нью-Йорк, США) прочность бетона варьировалась также и по высоте сооружения и по видам конструктивных элементов. В нижних этажах применили класс бетона C85.



Распределение прочности бетона по высоте здания в колонных (а) и связях (б)

Требования к бетону как конструкционному строительному материалу для высотных зданий становятся особенно жесткими.

Причем требуется непрерывное производство бетона в больших количествах и подача его на большие расстояния, как по горизонтали, так и по вертикали без изменения его реологических свойств. Все технологические переделы, начиная от приготовления бетонной смеси и до ее укладки, подлежат тщательному контролю. Применяют в основном две технологические схемы доставки бетонной смеси:

- в автобетоносмесителях от централизованного бетонного узла;
- применяют приобъектный автоматизированный бетонный узел, обеспечивающий приготовление модифицированных бетонных смесей.

Второй вариант предпочтительней, поскольку позволяет оперативно управлять процессом корректировки состава бетонной смеси и сводит к минимуму изменение реологических свойств смеси во времени от начала приготовления до укладки смеси в опалубку. Строительство современных высотных зданий связано с применением мощных бетононасосных установок (автобетононасосов и стационарных бетононасосов).

Автобетононасосы с распределительной стрелой в основном подают бетонную смесь при возведении подземной части и первых этажей сооружений. Стационарный бетононасос с переналаживаемым бетоноводом обеспечивает бесперебойную подачу бетонной смеси на всю высоту здания. Распределение и подачу смеси в конструкции выполняют гидравлической распределительной стрелой, монтируемой на технологической захватке на ранее возведенных монолитных конструкциях.

Башенным краном отводится роль вспомогательного средства подачи бетонной смеси в бадьях на высоту здания.



Укладка бетонной смеси с использованием распределительной стрелы
(г. Чикаго, США, 2010 г.)

Режим твердения бетона назначают в зависимости от конкретных условий производства работ, особенностей возводимых конструкций, требуемой распалубочной прочности, темпов возведения и т. д.

Повышенные требования предъявляют и к арматурным работам. Как правило, сварка арматуры для высотных зданий недопустима. Поэтому рекомендуется применять для стыка арматуры соединительные муфты или технологию вязки арматуры в построечных условиях, например, с использованием специального ручного пистолета.

2.3.3. Опалубочные системы

Опалубочные системы и опалубочные технологии в основном определяют темпы строительства и трудоемкость работ на бетонных работах. Следует учитывать, что на высоте более 100 м из-за ветров и туманов краны не всегда могут полноценно работать, и использовать их можно максимум 4–5 дней в неделю, а строить за это время нужно не менее этажа. Поэтому на высоте должны применяться в основном самоподъемные на гидравлическом приводе опалубочные системы. При возведении зданий высотой 20–30 этажей можно применять разработанные опалубочные технологии возведения монолитного каркаса с применением традиционных опалубочных систем.



Возведение здания высотой 20 этажей с применением традиционных опалубочных систем (г. Дубай, 2008 г.)

Однако темпы возведения сооружений в таких опалубочных системах не могут превышать 3–4 этажа в месяц и потребуют разработки специальных технологий по опалубочным работам и обеспечению безопасных условий труда. При строительстве зданий высотой более 30 этажей необходимо применять переставные самоподъемные опалубки с гидравлическим приводом.

Переставная опалубка для наружных стен представляет собой совокупность модуля опалубки, состоящего из наружной и внутренней опалубочной панели, несущих рабочих подмостей и анкеров, для крепления опалубки к зданию.

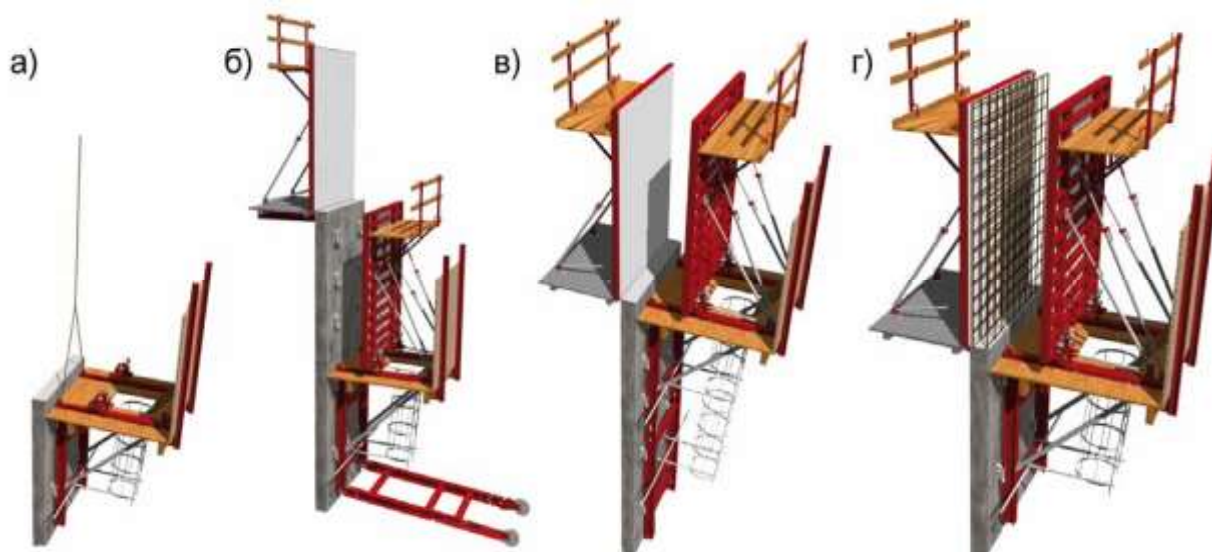


Схема монтажа переставной опалубки

- а – монтаж рабочих несущих подмостей;
- б – подъем внутренней опалубочной панели на рабочий горизонт;
- в – подъем наружной опалубочной панели на рабочий горизонт; г – установка арматуры

Конструкция переставной опалубки позволяет безопасно перемещать весь блок краном. Эффективность применения скользящей опалубки для строительства высотных зданий обусловлена увеличением темпа строительства, снижению трудоемкости опалубочных работ. Также опалубка позволяет обеспечить требуемое качество выполнения работ.

Самоподъемные опалубки в комплексе решают вопросы опалубливания и механической распалубки конструкций, механического перемещения опалубки по высоте, обеспечение безопасных условий производства работ и максимальную защиту от ветра. Опалубка носит индивидуальный характер, проектируется и изготавливается под конкретный объект. Для особо сложных высотных зданий разрабатывают специальные проекты с увязкой перемещения по высоте опалубки, гидравлической распределительной стрелы и индивидуальных кранов, размещаемых на строящемся каркасе.



Самоподъемная опалубка при строительстве небоскреба
в г. Москва (Россия, 2008 г.)

2.4. Монтаж зданий при стальном и смешанном каркасах

Высота каркаса может достигать 200 м и более, а общая масса – десятков тысяч тонн. Стальной каркас высотного здания состоит из колонн и ригелей, соединенных в двух направлениях жесткими сварными узлами в рам-

ные системы, воспринимающие вертикальные и горизонтальные (ветровые) нагрузки. *Колонны* изготавливают сварными с использованием, по возможности, стандартных прокатных профилей. Наиболее часто встречаемые *сечения – двутавровое, квадратное и крестовое*. Торцы у колонн обычно фрезеруют. Стыки стальных колонн выполняют с фрезерованными торцами. Во избежание возможного неточного совпадения торцов в плане в верхнем торце предусмотрена строганная плита. Стыки колонн после закрепления болтами и выверки проваривают по контуру.

Стыки колонн каркаса располагают через каждые два, три или четыре этажа на одном уровне и для удобства производства монтажных соединений находятся на высоте 80... 120 см от уровня перекрытий. Для обеспечения долговечности и огнестойкости стальной каркас армируют и обетонируют, что с учетом включения в работу на сжатие бетона приводит в целом к снижению расхода металла.

Стальные *ригели* каркаса обычно бывают *двутаврового сечения*, сварные, с уширенной нижней полкой, на которую укладывают плиты междуэтажных перекрытий.

Междуэтажные перекрытия каркаса могут компоноваться:

- из главных и второстепенных балок (при стальном каркасе здания) с укладкой по ним сборных плит или бетонированием монолитного перекрытия;
- только из главных балок (ригелей) с уширенной полкой, на которую укладывают сборные железобетонные плиты перекрытий;
- из распорных железобетонных плит, укладываемых только по оси колонн, с закладными деталями для сопряжения сварными накладками плит смежных пролетов и ригелей;
- из унифицированных, облегченных или многопустотных плит перекрытий, свободно укладываемых в пазы стальных или железобетонных ригелей, но не привариваемых к ним из-за отсутствия закладных деталей.

В несущих каркасах ряда зданий предусматривается на всю высоту устройство замкнутой шахты из четырех взаимно перпендикулярных вертикальных жестких плоскостей из стальных или железобетонных конструкций. Эта шахта воспринимает все горизонтальные нагрузки на здание и обеспечивает его общую устойчивость. Такая шахта называется шахтой жесткости, или ядром жесткости. Все остальные элементы каркаса должны крепиться к этому ядру жесткости, а каждое перекрытие представлять единую жесткую и неизменяемую горизонтальную плоскость или жесткий плоский диск. Все примыкающие к ядру жесткости элементы несущего каркаса здания работают в этом случае только на вертикальную нагрузку.

Возведение зданий со стальным каркасом можно осуществлять раздельным и комплексным методами. При *раздельном методе* сначала на всю высоту монтируют стальной каркас, затем начинают общестроительные работы. Достоинство такого решения – более широким фронтом, большим количеством кранов можно вести монтажные работы одновременно на нескольких захватках, затем также по всему зданию и общестроительные работы. Но при таком решении требуется обеспечение повышенной жесткости каркаса в процессе монтажа, что приводит к дополнительному расходу металла. По этой причине при комплексном методе на 30...40% сокращается расход металла на каркас здания.

При *комплексном методе* возведения здания одновременно выполняют монтажные, строительные, специальные и отделочные работы. Монтаж металлоконструкций осуществляют на верхнем ярусе (верхних двух-четырех этажах): на самом верху – монтаж, несколько ниже – выверку и в нижней части яруса – окончательную сварку и клепку монтажных соединений.

Одновременно, с отставанием на 2...3 этажа (на следующем ярусе), ведут монтаж сборных железобетонных перекрытий. При большем разрыве по высоте укладка плит будет затруднена вышерасположенным металлическим каркасом. С отставанием еще на 4...5 этажей осуществляют обетонирование

каркаса, устройство монолитных участков перекрытий. Еще ниже по вертикали выполняют установку оконных переплетов с остеклением, ниже оштукатуривание, еще ниже – другие отделочные и специальные работы. Таким образом, работы по возведению здания ведут одновременно на 8... 10 этажах.

В сборно-монолитном конструктивном решении в одном цикле совмещают монолитные и сборные процессы, последовательность их выполнения определяется конструктивными особенностями здания.

2.5. Обеспечение устойчивости каркаса в период монтажа

Монтаж конструкций многоэтажных зданий требует неукоснительного соблюдения следующего правила: не приступать к установке конструкций следующего яруса (высоту яруса определяет длина отправочного элемента колонны) до выверки и надежного закрепления нижележащего. Это требование продиктовано необходимостью обеспечения прочности и устойчивости здания на протяжении всего периода его возведения.

В процессе крановой сборки каркаса на высоту 5...6 этажей должны быть выполнены следующие требования:

- проверена устойчивость каркаса в процессе монтажа в соответствии с рекомендованной в ППР очередностью крановой сборки;
- предусмотрена установка временных монтажных связей между колоннами, обеспечивающих их устойчивость до набора прочности замоноличенных стыков в плитах перекрытий;
- проектно закреплены вертикальные связи, рамные узлы сопряжения ригелей с колоннами;
- выполнено устройство жестких междуэтажных перекрытий, обеспечивающих общую устойчивость здания;
- осуществлена проверка прочности отдельных элементов каркаса и узлов на нагрузки от самоподъемных и приставных кранов в местах их опирания на каркас.

Монтаж стального каркаса здания следует выполнять поярусно – в первую очередь необходимо смонтировать все элементы ядра жесткости и тщательно их выверить. Временное закрепление колонн при монтаже выполняют с помощью кондукторов или инвентарных расчалок, обеспечивающих устойчивость колонн до раскрепления их постоянными проектными элементами связей, которые уже обеспечивают устойчивость смонтированной части сооружения. Если проектных связей недостаточно для обеспечения жесткости каркаса, устанавливают временные связи. Проектное закрепление колонн выполняют сразу после монтажа и выверки элементов ячейки – четырех колонн, связанных ригелями.

Приступать к монтажу следующего яруса можно только после проектного закрепления всех элементов предыдущего и, если это необходимо, установки временных связей, обеспечивающих устойчивость сооружения.

При монтаже многоэтажных зданий из сборного железобетона основным требованием к производству работ является обеспечение прочности и устойчивости не только смонтированной части сооружения, но и отдельных конструктивных элементов. Требования СНиП о достижении проектной прочности бетона в замоноличенных стыках и узлах несущих конструкций нижерасположенного яруса может значительно снизить темп крановой сборки и удлинить общие сроки монтажа каркаса здания, особенно в зимнее время.

Для частичного выполнения этих требований и продолжения монтажа каркаса, не ожидая набора бетоном требуемой прочности, необходимо:

- во всех элементах каркаса (колонны, ригели, плиты перекрытий) предусмотреть закладные детали, приварка которых после установки конструкции в проектное положение уже обеспечивает устойчивость и снижает риск деформирования каркаса до замоноличивания монтажных сопряжений;

- установить временные монтажные вертикальные связи между колоннами или горизонтальные связи над междуэтажными перекрытиями в крайних пролетах, обеспечивающие их устойчивость до набора прочности замоноличенных узлов и стыков в плитах перекрытий;
- проверить прочность элементов и узлов на нагрузки от самоподъемных кранов в местах их опирания на эти элементы;
- проверить устойчивость каркаса в процессе монтажа с учетом принятой в ППР очередности крановой сборки и замоноличивания стыков и узлов;
- обеспечить совместную работу каркаса стенок монолитной шахты жесткости и постоянных связей, обеспечивающих устойчивость ядра жесткости.

В состав унифицированных каркасов многоэтажных и высотных зданий включены распорные плиты, которые устанавливаются по оси колонн и в которых предусмотрены закладные детали, позволяющие соединить между собой стыковыми накладками плиты двух смежных пролетов. Поэтому для включения в работу всего диска междуэтажного перекрытия каждого этажа, обеспечивающего устойчивость смонтированной части каркаса, все узлы сопряжений плит с ригелями и колоннами, а также швы между плитами должны быть замоноличены немедленно после окончания монтажа каждого этажа (яруса).

2.6. Отделочные работы

Отделочные работы могут совмещаться с монтажом каркаса и общестроительными работами, либо выполняться сразу на всю высоту здания после завершения монтажных работ. При совмещении к отделочным работам приступают на первом этаже первой захватки, когда монтажники начинают монтаж конструкций на 6... 10 этажах на второй захватке. Затем они меняются захватками до полного окончания монтажа, когда все пространство на

обеих захватках передается отделочникам. Отделочные работы ведут снизу вверх, для гарантии от протечек на уровне одного из смонтированных перекрытий устраивают гидроизоляцию. Если отделочные работы выполняют после завершения монтажных, их ведут сверху вниз, что наиболее оптимально по технологии; увеличивается фронт работ отделочников, улучшаются условия работы.

Монтаж лифтов выполняют параллельно с возведением здания, его желательно завершить и пустить лифты непосредственно после окончания монтажных и кровельных работ.

Раздел 3

ОСОБЕННОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ВЫСОТНЫХ ЗДАНИЙ

3.1. Состав проекта организации строительства

Строительство высотных зданий и комплексов представляет собой сложную инженерную задачу, для решения которой необходимы скоординированные действия инвестора, проектировщика и подрядчика. Реализация проекта осложняется еще и тем, что строительная площадка имеет, как правило, незначительные размеры и находится в пределах сложившейся городской застройки. В таких условиях действенным инструментом, позволяющим решить эту задачу, могут стать профессионально и в полном объеме разработанные проекты организации строительства и производства работ

Проект организации строительства (ПОС) следует выполнять с учетом специальных требований к строительству высотных зданий как уникальных объектов³.

Рекомендуется следующий состав ПОС:

- общие положения, обосновывающие возможность возведения объекта;
- комплексный укрупненный сетевой график;
- организационно-технологические схемы возведения объекта;
- календарные планы строительства;
- строительные генеральные планы для подготовительного и основного периодов строительства;
- ведомости объемов работ и потребности в материалах;
- график потребности в рабочих кадрах; решения по охране труда, экологической и пожарной безопасности, а также по организации управления;

³ Временные рекомендации по технологии и организации строительства многофункциональных высотных зданий и зданий-комплексов в Москве. МДС 12-23.2006

- указания о порядке построения геодезической разбивочной основы для строительства и организации постоянно действующей геодезической группы;
- рабочие чертежи специализированного оборудования и оснастки, технологические карты их использования;
- пояснительная записка.

Разработку ПОС следует начинать на стадии ТЭО и вносить необходимые изменения в ходе выполнения архитектурно-строительной части проекта (рабочего проекта) для взаимоувязки принимаемых объемно-планировочных и конструктивных решений с требованиями организации и технологии строительного производства.

3.2. Организационно-технологические схемы

Важная часть ПОС высотных зданий и их комплексов – организационно-технологические схемы их возведения, позволяющие определять оптимальные решения по последовательности, методам строительства здания (комплексов). Данные схемы могут включать пространственное членение здания или комплекса на ярусы, захватки и участки, последовательность возведения здания с указанием технологической последовательности производства работ по ярусам, захваткам и участкам, характеристику основных методов возведения объектов.

При разработке организационно-технологических схем следует исходить из возможности использования наиболее эффективных методов возведения здания, средств технологического обеспечения, гарантирующих требуемое качество и безопасность строительства, а также возможности соблюдения заданных темпов и сроков строительства, которые наиболее полно реализуются в поточных методах строительства.

Для организации строительного потока здание (комплекс) делится на *ярусы по вертикали* и участки (*захватки*) *по горизонтали*, которые по своим размерам и объемам работ могут быть одинаковыми или разновеликими. При

этом следует стремиться к одинаковой или кратной величине ярусов, участков и захваток. В пределах яруса, участка все специализированные потоки, входящие в состав объектного потока, увязывают между собой. Размеры и границы ярусов, участков устанавливают из условий планировочно-конструктивных решений с учетом требований обеспечения пространственной жесткости и устойчивости возводимых частей здания.

Высотную часть здания с монолитным каркасом башенного типа не следует разбивать на захватки при организации бетонирования надземной части. Всё последующие за бетонированием строительные работы можно выполнять только в те смены, когда бетонирование (монтаж) конструкций на вышележащих этажах не производят. Если выполненные проектной организацией расчеты перекрытий на восприятие ударной нагрузки от возможного падения груза с высоты, заданной в ПОС, показывают, что перекрытия выдерживают эти нагрузки, то можно совместить работы по вертикали, что позволит значительно сократить сроки строительства. В этом случае здание целесообразно разбить на отдельные ярусы по 8—10 этажей, начиная с нижнего.

В организационно-технологических схемах должны быть обоснованы:

- разбивка здания или сооружения на ярусы по высоте здания, а также на участки (захватки);
- способ устройства оснований и подземной части здания;
- выбор основных грузоподъемных механизмов и их привязку к объекту;
- методы возведения (монтажа) конструкций;
- перечень механизмов и приспособлений;
- требования к точности и качеству возведения здания и разрабатываемым нестандартным устройствам.

3.3. Календарное планирование

Цель календарного планирования при разработке ПОС состоит:

- в обосновании заданной или выявлении технической и ресурсно возможной продолжительности строительства проектируемого здания (комплекса);
- в определении сроков строительства и ввода отдельных частей комплекса, а также сроков выполнения отдельных основных работ;
- в установлении объемов строительно-монтажных работ в отдельные календарные периоды осуществления строительства;
- в назначении сроков поставки основных конструкций, материалов и оборудования;
- в определении требуемого количества и сроков использования строительных кадров и основных видов строительной техники;
- в установлении сроков отчуждения территорий под временные склады материалов (возможно, грунта для обратных засыпок или планировки территории);
- назначении сроков ограничений движения транспорта вблизи строительной площадки и сроков ввода магистральных коммуникаций, дорог.

При строительстве жилого здания (комплекса) календарный план строительства должен предусматривать его возведение в увязке с учреждениями и предприятиями, предназначенными для обслуживания населения, а также выполнение всех работ по инженерному обустройству, благоустройству и озеленению территории в соответствии с утвержденным проектом застройки.

Календарный план следует разрабатывать для двух периодов строительства: подготовительного и основного (с распределением объемов строительно-монтажных работ по месяцам, кварталам). Основной период, в свою очередь, можно разбивать на устройство подземной части здания и возведение его надземной части.

Процесс календарного планирования заключается в изучении имеющихся и подготовке необходимых данных, определении временных параметров реализации проекта комплекса в целом и сроков строительства отдель-

ных частей здания, входящих в его состав, формировании потоков, в том числе комплексных, составлении графика потребления ресурсов во времени в соответствии с расчетными или заданными сроками выполнения работ.

3.4. Строительный генеральный план

Строительный генеральный план разрабатывают на строительство высотного здания (комплекса) и систему инженерных сетей и дорог, необходимых для его осуществления.

Основная задача при разработке строительного генерального плана – рациональное размещение на отведенном земельном участке строительных машин, оборудования, складов, временных и бытовых помещений, проездов и коммуникации при соблюдении закона Москвы от 11 июня 2003 г. № 41 «Об обеспечении благоприятной среды жизнедеятельности в период строительства, реконструкции, комплексного капитального ремонта градостроительных объектов в г. Москве».

Исходными материалами для разработки строительного генерального плана должны быть генеральный план, данные геологических, гидрогеологических и инженерно-экономических изысканий, проектно-сметная документация, календарный план строительства, расчеты объемов временного строительства, организационно-технологические схемы застройки, графики потребности в основных видах ресурсов, расчеты потребности в подсобных зданиях, сооружениях и установках, данные о перспективных отечественных и зарубежных машинах.

Строительный генеральный план следует разрабатывать как для подготовительного, так и для основного периодов строительства с указанием:

- постоянных зданий и сооружений;
- мест размещения временных, в том числе мобильных (инвентарных) зданий и сооружений;
- постоянных и временных дорог и других путей для транспортирования конструкций, материалов и изделий;

- подкрановых путей и мест установки кранов;
- опасных зон действия машин и механизмов и опасных зон вблизи здания;
- инженерных сетей, мест подключения временных инженерных коммуникаций (сетей) к действующим сетям с указанием источников обеспечения стройплощадки электроэнергией, водой, теплом, паром; складских площадок;
- грузоподъемных кранов, бетононасосов и других строительных машин, механизированных установок;
- существующих и подлежащих сносу строений;
- мест расположения знаков закрепления разбивочных осей зданий и сооружений;
- пункта мойки колес строительных машин; ограждения строительной площадки и опасных зон;
- мест установки мачт освещения.

Рекомендуется использовать разработанный в Главмосстрое стандарт КС-ГМС-05-1 «Эталонные требования по обустройству строительных площадок и бытовых городков».

3.5. Выбор грузоподъемных кранов

При выборе грузоподъемных кранов для строительства высотных зданий необходимо учитывать помимо трех обычно применяемых параметров (грузоподъемность, вылет крюка и высота подъема крюка) четвертый параметр — потенциально опасную зону, возникающую при работе крана. Выбор крана по последнему параметру связан с определенными затруднениями, особенно при строительстве объектов в районах сложившейся застройки или на затесненных площадках.

Параметр «потенциально опасная зона» может оказаться решающим при разработке строительного генерального плана, так как только с его учетом можно определить места размещения грузоподъемных кранов, админи-

стративно-бытовых зданий, проходов и дорожек, размеров складских площадок, размещение других механизмов и машин, определить влияние этой зоны на прилегающую территорию.

В СНиП 12-03-2001 «Безопасность труда в строительстве. ч. 1. Общие требования» указан порядок определения опасных зон при работе грузоподъемных кранов. Размеры потенциально опасной зоны в местах, над которыми происходит перемещение груза подъемными кранами от точки подвеса груза до границы опасной зоны, зависят от высоты падения груза, его габаритов и могут составлять для зданий высотой 120 м — 21...27 м, а высотой 300 м - 31...37 м.

Существуют различные способы уменьшения размеров опасных зон:

- устройство защитных ограждений, препятствующих перемещению груза за заданные габариты;
- оснащение грузоподъемных кранов устройствами по принудительному ограничению перемещения груза по специальным программам;
- использование серийных устройств по принудительному ограничению зоны работы крана за счет использования концевых выключателей;
- устройство защитных сооружений (укрытий), обеспечивающих защиту от возможного падения груза в потенциально опасной зоне действия монтажного крана.

Возможно устройство защитных ограждений в виде подъемных или самоподъемных опалубок (по типу применяемых немецкими фирмами), окаймляющих периметр здания.

Оснащение грузоподъемных кранов устройствами по принудительному ограничению перемещения груза по специальной программе позволяет создать систему ограничения зон работы крана, которая обеспечивает повышение безопасности работы башенного крана в стесненных условиях с произвольной конфигурацией зон ограничения и позволяет значительно увеличить

площадки складирования за счет минимальной технологически возможной высоты подъема груза над площадкой складирования (не более 5 м). На данной высоте следует подводить груз к зданию на минимальное расстояние, разрешаемое правилами Госгортехнадзора, и только затем поднимать его вверх. Целесообразно задать одну фиксированную точку (зону) подъема груза у глухой стены здания. При наличии проемов они должны быть закрыты временными щитами.

Устройство защитных сооружений (укрытий), обеспечивающих защиту от возможного падения груза в потенциально опасной зоне действия грузоподъемного крана, выполняют по специально подготовленным проектной организацией рабочим чертежам.

Для обеспечения возможности разработки технологической схемы совмещения по вертикали на одной захватке производства работ по бетонированию конструкций на верхнем ярусе с выполнением строительно-монтажных работ на нижних ярусах проектировщиками конструкций должен быть выполнен расчет конструкций на возможное падение груза (пп. 7.1.3 и 8.1.4 СНиП 12-04-2002).

Исходные данные для расчетов (высота падения груза, форма груза, его размеры и масса) задаются при разработке ПОС. В расчете должно быть определено минимальное количество перекрытий, обеспечивающих указанное требование. Его можно выполнить по методике, разработанной в Военно-инженерной академии Минобороны России.

Учет отмеченных особенностей проектирования организации строительства высотных зданий и комплексов позволит значительно сократить продолжительность строительства, обеспечит возможность в отдельных случаях организовать складские площадки вблизи возводимого здания, сохранит благоприятную среду жизнедеятельности в период строительства.⁴

⁴ Журнал "Промышленное и гражданское строительство" №9/2005 07.11.2005

3.6. Геодезическое обеспечение строительства

Геодезические работы должны выполняться специализированными организациями, имеющими лицензии на выполнение соответствующих видов работ.

Для выполнения геодезических работ в процессе возведения здания необходимо разработать проект производства геодезических работ (ППРГ). Проект производства геодезических работ должен быть разбит на четыре этапа:

- создание геодезической основы в виде геодезической сети специального назначения;
- производство геодезических работ при выполнении земляных работ и устройстве оснований;
- производство геодезических работ при устройстве подземной части здания;
- производство геодезических работ при устройстве надземной части здания.

Геодезическая основа должна создаваться для выноса в натуру:

- проектных параметров здания;
- разбивочных осей и исходных высотных отметок;
- выполнения разбивочных работ в процессе возведения здания;
- осуществления контроля за соблюдением требований проекта, строительных норм и правил к точности геометрических параметров при его размещении и возведении;
- для производства исполнительных съемок.

Геодезическую основу для строительства надлежит создавать с привязкой к имеющимся в районе строительства не менее чем двум пунктам государственных или опорных геодезических сетей.

Проектирование геодезической основы следует выполнять на основе генерального плана и стройгенплана объекта строительства на стадии разработки проекта организации строительства или в составе ПОС.

В составе проекта необходимо выполнить разбивочный чертеж с размещением знаков, каталоги координат и отметок исходных пунктов и каталоги (ведомости) проектных координат и отметок, чертежи геодезических знаков, пояснительную записку с обоснованием точности построения геодезической основы.

Геодезическую разбивочную основу следует создавать с учетом:

- проектного и существующего размещения зданий (сооружений) и инженерных сетей на строительной площадке;
- обеспечения сохранности и устойчивости знаков, закрепляющих пункты разбивочной основы на период строительства;
- возможности установки приборов, удобства измерений с учетом требований безопасности при производстве работ;
- геологических, температурных, динамических процессов и других воздействий в районе строительства, которые могут оказать неблагоприятное влияние на качество построения разбивочной основы;
- последующего использования геодезической основы в процессе эксплуатации построенного объекта, его расширения и реконструкции.

Выбор вида построения геодезической основы следует определять в каждом конкретном случае в зависимости от характеристик строящегося комплекса (объекта), условий строительной площадки и требуемой точности.

Пункты высотной и плановой основы по возможности следует совмещать. Пункты высотной основы должны размещаться на строительной площадке с учетом обеспечения ими строящегося объекта на всех стадиях его возведения.

Нивелирную сеть следует строить с таким расчетом, чтобы обеспечить передачу проектных высот (отметок) от реперов, расположенных на расстоянии не более 200-300 м от объекта. Отметки высот должны определяться в единой системе. Для каждого здания должно быть закреплено не менее двух реперов, а для многосекционного здания – по одному на каждую секцию. Точность построения разбивочной основы определяется расчетом в каждом конкретном случае.

По точности геодезическая основа должна удовлетворять точности строительства объекта в целом, а также отдельных зданий, сооружений или рассчитываться на основе технических условий и проектных требований.

Следует предусматривать закрепление разбивочных осей знаками в количестве не менее четырех на главную ось симметрии, кроме того, в точках пересечения основных разбивочных осей по углам здания.

На стройгенплане следует показать места расположения знаков, закрепляющих следующие оси:

- основные, определяющие габариты здания (сооружения);
- главные оси симметрии здания;
- промежуточные, в местах температурных (деформационных) швов.

Этап производства геодезических работ *при выполнении земляных работ и устройстве оснований* должен содержать:

- порядок разбивки контура котлована и переноса осей и высот на дно котлована;
- передачу осей и высот и разбивочные работы при устройстве свайного основания;
- рекомендуемые геодезические приборы;
- контроль качества устройства свайного основания;
- порядок выполнения исполнительной геодезической съемки котлована и свайных полей.

Этап производства геодезических работ *при устройстве подземной части здания* должен содержать:

- порядок передачи осей и высот на обноски;
- производство разбивочных работ при устройстве фундаментов и стен подвалов;
- рекомендуемые геодезические приборы;
- контроль качества выполнения строительно-монтажных работ;
- порядок выполнения исполнительной геодезической съемки.

Этап производства геодезических работ *при возведении надземной части здания* должен содержать:

- порядок устройства внутренней разбивочной сети на исходном горизонте (по последнему перекрытию подвала или цокольного этажа);
- порядок передачи и привязки пунктов внутренней разбивочной сети на отметках производства работ (монтажном горизонте);
- порядок передачи плановых и высотных отметок;
- расчет точности геодезических разбивочных работ (разрабатывался для зданий высотой до 75 м);
- порядок выполнения и оформления исполнительной геодезической съемки;
- рекомендуемые геодезические приборы;
- составление отчетной документации.

В ППРГ должны содержаться рекомендации по численному и квалификационному составу группы геодезистов для выполнения соответствующих видов работ, оснащению геодезической техникой, оргтехники и потребной для их размещения площадью в бытовых помещениях.

3.7. Мероприятия по технике безопасности

Мероприятия по безопасности труда следует отражать в следующих разделах проекта организации строительства:

- календарном плане строительства (календарных планах на основной и подготовительный периоды);
- строительном генеральном плане;
- организационно-технологических схемах;
- пояснительной записке.

При *разработке календарного плана* необходимо учитывать требования безопасности при определении сроков выполнения работ, совмещаемых по времени и в пространстве. Очередность выполнения отдельных видов работ и возведения зданий и сооружений следует выбирать таким образом,

чтобы были обеспечены условия безопасности. Членение зданий на захватки должно выполняться таким образом, чтобы на каждой из них можно было выполнять работы с соблюдением правил техники безопасности.

При *разработке строительного генерального плана* следует предусматривать следующие мероприятия, выполнение которых позволит обеспечить соблюдение требований охраны труда и техники безопасности:

- устройство ограждений строительной площадки и выявленных опасных зон;
- выбор монтажного крана с установлением границ действия потенциально опасных факторов;
- размещение административно-бытовых помещений;
- размещение площадок складирования, навесов, закрытых складов;
- размещение временных дорог и проходов;
- определение границы действия потенциально опасных факторов от строящегося здания;
- выбор освещения строительной площадки;
- защита окружающей территории от воздействия опасных факторов.

Строительная площадка должна быть ограждена. Защитные ограждения необходимо устраивать высотой не менее 1,6 м. Ограждения, примыкающие к местам массового прохода людей, должны иметь высоту не менее 2 м и быть оборудованы сплошным защитным козырьком, способным выдерживать действие снеговой нагрузки, а также нагрузки от падения одиночных мелких предметов. При совмещении охранных и защитных функций высота ограждения должна составлять 2 м.

Ограждения строительной площадки могут выполняться из сборных железобетонных конструкций по типовому проекту, из деревянных конструкций и изготавливаться из металлических сетчатых конструкций. При

выборе ограждения следует учитывать требования органов местного самоуправления.

У въезда на строительную площадку следует установить щит с указанием основных характеристик объекта, сроков его строительства, организаций застройщика и подрядчика с указанием фамилий ответственных лиц и их телефонов.

Для предупреждения о границах территории и участков с опасными и вредными производствами следует устанавливать защитные, сигнальные ограждения, а также знаки безопасности.

Выбор грузоподъемного крана следует производить по четырем основным параметрам:

- грузоподъемности;
- вылету стрелы;
- высоте подъема крюка;
- размерам опасной зоны, возникающей при работе крана.

Подбор крана по первым трем параметрам достаточно хорошо освещен в научно-технической литературе, а выбор по последнему параметру связан с определенными затруднениями, особенно при строительстве объектов в районах сложившейся застройки или на затесненных площадках.

Параметр "опасная зона" может оказаться решающим при разработке строительного генерального плана, так как только с его учетом можно определить места размещения грузоподъемных кранов, административно-бытовых зданий; проходов и дорожек; размеров складских площадок; размещение других механизмов и машин; определить влияние на прилегающую территорию.

В ПОС необходимо разработать мероприятия по уменьшению размеров или исключению опасных зон. Возможны различные способы уменьшения размеров опасных зон:

- устройство защитных ограждений, препятствующих перемещению груза за заданные габариты;

- оснащение грузоподъемных кранов устройствами по принудительному ограничению перемещения груза по специальным программам (СОЗР);
- использование серийных устройств принудительного ограничения зоны работы крана за счет использования концевых выключателей;
- устройство защитных сооружений (укрытий), обеспечивающих защиту от возможного падения груза в потенциально опасной зоне действия монтажного крана.

Указанные способы приведены в разработанных ОАО ПКТИпромстрой "Указаниях по установке и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов и строительных подъемников при разработке проектов организации строительства и проектов производства работ".

Устройство защитных ограждений, выполняемых обычно из клиновых трубчатых лесов конструкции ЦНИИОМТП, особенно эффективно при примыкании здания к тротуарам и дорогам. В этом случае леса устанавливают вдоль наружной стены здания и наращивают их на высоту на 3 м выше уровня производства работ. При этом на уровне производства работ устраивают вертикальный защитный экран и два уровня горизонтальных защитных настилов. С наружной стороны леса имеют защитную сетку и рядом с лесами выгораживается проход для людей, перекрытый защитным настилом. Высота подъема груза должна быть на 0,5 м ниже защитного ограждения. Стена возводимого здания, примыкающая к ограждению, выполняется из мелкоштучных материалов. Подачу груза в направлении этой стены следует выполнять на минимальной скорости.

Оснащение грузоподъемных кранов устройствами по принудительному ограничению перемещения груза по специальной программе позволяет создать систему ограничения зон работы крана, которая обеспечивает повышение безопасности работы башенного крана в стесненных условиях с произвольной конфигурацией зон ограничения.

Устройство защитных сооружений (укрытий), обеспечивающих защиту от возможного падения груза в потенциально опасной зоне действия грузоподъемного крана, выполняют по специально разработанным проектной организацией рабочим чертежам.

Для обеспечения возможности разработки технологической схемы совмещения по вертикали на одной захватке работ по бетонированию конструкций на верхнем ярусе со строительно-монтажными работами на нижних ярусах проектировщиками конструкций должен быть выполнен расчет конструкций на возможное падение груза. Исходные данные для расчетов (высота падения, форма груза, его размеры и масса) определяются при разработке ПОС. В расчете должно быть определено минимальное число перекрытий, обеспечивающих указанное требование, и его можно выполнить по методике, разработанной в Военно-инженерной академии Министерства обороны России.

Все проемы в перекрытиях должны быть закрыты защитными щитами, рассчитанными так же, как и перекрытия на возможное падение груза.

Для уменьшения размеров опасных зон следует задавать минимальные технологически возможные высоты подъема груза над площадкой складирования и над последним перекрытием (не менее 5 м). На данной высоте следует подводить груз к зданию на минимальное расстояние, разрешаемое правилами Госгортехнадзора, и только затем поднимать его вверх.

Целесообразно задать одну фиксированную точку (зону) подъема груза у глухой стены здания. При наличии проемов они должны быть закрыты временными щитами.

Все выходы в лифтовые шахты должны быть закрыты инвентарными защитными ограждениями.

При производстве работ по бетонированию конструкций лестничных маршей и площадок запрещается находиться на всех нижележащих маршах и площадках, проемы на это время должны быть закрыты.

Размещать административно-бытовые помещения, места отдыха работающих следует вне опасных зон.

Размещать площадки складирования материалов следует в зоне действия грузоподъемных кранов. Крытые склады следует размещать вне опасных зон действия грузоподъемных кранов.

Размещать временные дороги и проходы следует преимущественно вне опасных зон. В местах пересечения временных дорог и проходов с опасными зонами следует устанавливать предупреждающие знаки.

Выбирать тип освещения строительной площадки следует исходя из условий обеспечения требуемой освещенности территории.

Защита окружающей территории от воздействия опасных факторов выполняется устройством защитных ограждений.

При разработке организационно-технологических схем возведения здания мероприятия по технике безопасности и охране труда должны учитывать:

- пространственное членение здания или комплекса на участки и захватки;
- определение очередности возведения здания с указанием технологической последовательности производства работ по захваткам и участкам;
- разработку характеристик основных методов возведения.

Пространственное членение здания или комплекса на участки или захватки рекомендуется выполнять таким образом, чтобы обеспечить безопасные условия выполнения работ. На границах участков (захваток) при выполнении работ грузоподъемными кранами должны быть показаны защитные или сигнальные ограждения, указаны безопасные проходы, определены границы опасных зон.

Определение очередности возведения зданий (здания) следует выполнять с учетом безопасной работы грузоподъемных кранов. Технологическую последовательность производства работ на захватках и участках следует

предусматривать таким образом, чтобы на совместных границах участков не производились одновременно работы, связанные с монтажом или подачей грузов кранами; под захватками, где осуществляется работа, связанная с подачей груза кранами, не должны выполняться другие работы; при необходимости эти работы должны выполняться в другую смену.

При разработке характеристик основных методов возведения объектов и решении основных технологических задач следует в обязательном порядке проверять рассматриваемые варианты на возможность их осуществления с соблюдением правил техники безопасности и охраны труда. В первую очередь это относится к безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов при выборе схем их расстановки или типа крана; определению границ опасных зон; мероприятиям по уменьшению или исключению опасных зон; выбору технологической оснастки; возможности размещения административно-бытовых помещений в безопасных местах.

В пояснительной записке приводится перечень мероприятий по технике безопасности, разработанных в проекте организации строительства в соответствующих разделах с краткими пояснениями.

