МЕТОДЫ ВОЗВЕДЕНИЯ ВЫСОТНЫХ СООРУЖЕНИЙ И ЗДАНИЙ

METHODS OF CONSTRUCTION OF HIGH-RISE STRUCTURES AND BUILDINGS

УДК 69.033.1

Кадыров Адиль Суратович, д.т.н., профессор кафедры ТТиЛС, НАО Карагандинский технический университет, г. Караганда

Байкенов Алибек Ермекович, магистрант, НАО Карагандинский технический университет, г. Караганда

Kadyrov A.S. zhzhzh_84@mail.ru

Baikenov A.E. bajkenov154@mail.ru

Аннотация

В статье рассматривается методы возведения высотных зданий и сооружений. Рассмотрены методы возведения мачт, башен. Выполнен анализ транспортной техники, эксплуатационные характеристики, применяемой для строительства высотных зданий и сооружений.

В ходе анализа была дана оценка эффективности по применению транспортной техники в строительстве высотных зданий. Для определения наилучшего способа строительства были выбраны методы наращивание конструкций, монтаж методов поворота, подращивания. В статье были представлены графические представление о методах возведения зданий и сооружений.

Annotation

The article discusses the methods of construction of high-rise buildings and structures. Methods of construction of masts and towers are considered. The analysis of

transport equipment, operational characteristics used for the construction of high-rise buildings and structures is carried out.

The analysis assessed the effectiveness of the use of transport equipment in the construction of high-rise buildings. To determine the best method of construction, the methods of building structures, installation of turning methods, and growing were selected. The article presents a graphic representation of the methods of construction of buildings and structures.

Ключевые слова: Сооружение, здание, транспортная техника, методы возведения, башня, мачта.

Keywords: Structure, building, transport equipment, construction methods, tower, mast.

Высотными называют сооружения, высота которых намного превышает их размеры в поперечном сечении. Такие сооружения работают на восприятие преимущественно горизонтальных нагрузок, основной из которых является ветровая. К высотным сооружениям относят вытяжные трубы (вентиляционные и дымовые), опоры антенных сооружений радио и телевидения, метеорологические вышки, опоры воздушных линий электропередач и т. п.

Высотные сооружения необходимы не только для многих крупных промышленных предприятий. Без них невозможны дальнейшее развитие теле и радиокоммуникаций, передача электроэнергии на большие расстояния. Высокие трубы способствуют улучшению экологической обстановки.

Назначение дымовых и газоотводящих труб известно, мачты обычно применяют для линий электропередач, они специфичны с точки зрения их работы, восприятия нагрузок, наличия фарфоровых изоляционных гирлянд, опасности поражения током. Башни обычно используют для средств связи, часто их оборудуют передатчиками теле и радиопрограмм, телефонных систем.

Башня - вертикально и свободно стоящее высотное сооружение, жестко защемленное в основании, что достигается анкеровкой ствола башни к фундаментам, и не требующая по этой причине оттяжек. В большинстве случаев башни проектируют в виде пространственных конструкций, имеющих форму

призмы или пирамиды, часто с небольшими переломами в очертании поясов по высоте. Башни представляют собой решетчатые конструкции из трубчатых, прокатных или сварных профилей. Предпочтительнее трубчатое, а не из проката решение башни, так как у труб коэффициент аэродинамического сопротивления ветру меньше, что позволяет выполнить более тонким сечение конструкции.

Высота радио- и телевизионных опор обычно 180...380 м, радиорелейных опор - 50... 120 м, вытяжных труб-башен—90...180 м, молниеотводов - 170...230 м.

Мачта - вертикальное высотное сооружение, шарнирно или защемлено опирающееся на фундамент и удерживаемое натянутыми и наклонно идущими к земле стальными канатами-оттяжками в один или несколько ярусов. Мачты чаще всего имеют решетчатую конструкцию трех или четырехгранного сечения или листовую конструкцию в виде сплошной трубы. Ствол решетчатых мачт состоит из пространственных секций длиной 6,75... 13 м, изготавливаемых на заводе и соединяемых при монтаже фланцами на болтах.

Достоинства башен по сравнению с мачтами:

1. Меньшая площадь застройки;
2. Отсутствие необходимости периодической регулировки и замены растяжек;
3. Большая надежность при эксплуатации;
4. Удобное при монтаже и эксплуатации технологическое оборудование;
5. Большая эстетичность отсутствие оттяжек и растяжек.

При возведении башен наиболее распространены следующие методы: наращивание конструкций в проектном положении традиционное поярусное возведение снизу вверх;

1. Монтаж поворотом - предварительная сборка башни на земле в горизонтальном положении с последующим поворотом вокруг шарнира в вертикальное проектное положение;
2. Подращивание конструкции - сборка в вертикальном положении, начиная с самых верхних конструкций, их подъем, подведение под них последующих конструкций, их общий подъем до полного выдвижения всей конструкции.

У каждого метода имеются свои способы и разновидности. Но для большинства башен с пирамидальной нижней частью монтаж этой части осуществляют готовыми пространственными блоками до отметки, определяемой техническими возможностями принятых монтажных стреловых или башенных кранов.

Метод имеет преимущественное распространение, им монтируют в основном башни высотой до 100 м. Сущность метода - поярусный монтаж от нижних отметок к верхним с использованием различных монтажных механизмов. При наращивании монтаж ведут до определенных отметок монтажным краном, установленным на земле, а затем другим механизмом, установленным или закрепленным на смонтированных конструкциях. Этот механизм последовательно перемещается по смонтированным конструкциям по мере возведения башни и осуществляет поэлементный монтаж.

Монтаж наращиванием можно осуществлять с помощью различных монтажных механизмов представленных на рисунке 1:

1. Переставным краном типа кран-укосина, состоящим из стойки длиной 8,5 м, которая нижней и верхней частями крепится к элементам возводимой башни, и стрелы длиной 28 м, шарнирно соединенной с нижней частью стойки и с верхней частью полиспастом. Грузоподъемность крана до 6,5 т. Недостатки крана-укосины заключаются в невозможности монтировать башню пространственными блоками, частых и трудоемких перестановках механизма по высоте;

2. Универсальными подвесными самоподъемными кранами — все монтажные работы выполняют только на высоте, для использования крана требуется свободное от конструктивных элементов внутреннее пространство башни;

3. Ползучими самоподъемными кранами, которые опираются на уже смонтированные ими конструкции и по мере возведения сооружения перемещаются по вертикали на вновь установленные секции. Кран конструктивно решен в виде решетчатого ствола со стрелой и перемещающейся обоймой. Она служит для закрепления крана в рабочем положении на сооружении и для

перемещения ствола крана по вертикали на следующую стоянку. Перемещение крана осуществляется с помощью специальных блоков и лебедок.

При монтаже вытяжной башни с помощью универсального подвесного крана представленного на рисунке 1а, его устанавливают в газоотводящем стволе. Перемещение крана вверх после завершения монтажа очередного яруса башни осуществляют с помощью подъемных полиспастов, устанавливаемых и закрепляемых в нижней опорной части крана.

Монтаж вытяжных башен осуществляют с помощью оголовка самоподъемного (ползучего) крана, устанавливаемого на верхних секциях металлического газоотводящего ствола представленного на рисунке 1б. Монтаж призматической части башни осуществляют также поэлементно, возможно частичное укрупнение в плоскостные блоки в пределах грузоподъемности крана (5...12 т).

При использовании ползучих портальных подъемников монтаж осуществляют пространственными секциями массой до 40 т. Портальный подъемник устанавливают на специально разработанные монтажные столики, которые закрепляют к уже смонтированным конструкциям башни представленного на рисунке 1в. Наклон портального подъемника изменяют с помощью подъемного (переднего) и тормозного (заднего) полиспастов, подъем и установку монтируемого блока осуществляют грузовым полиспастом, перестановку на очередную стоянку с помощью подъемной балки и полиспастов перестановки, закрепленных вдоль стоек подъемника.

В условиях стесненной площадки возможен монтаж башен с помощью приставных кранов представленного на рисунке 1г. Устойчивость крана обеспечивается специальными опорными рамками, которыми кран крепится к смонтированной части башни. Ствол крана выдвигают вверх по мере монтажа башни с помощью полиспастов, расположенных в опорном устройстве крана. При подъеме полиспастами он скользит вверх по направляющим, находящимся в верхней части опорного устройства и на опорных рамках.

Варианты монтажа собранными на земле блоками (секциями):

1. Самоходными гусеничными, пневмоколесными и мобильными кранами на специальных шасси;

2. Башенными кранами достаточной высоты для установки верхних элементов;

3. Приставными башенными кранами высотой 120 ... 150 м в два этапа: до отметки 65 м кран работает, находясь свободно на своем основании, а далее ствол крана наращивают в верхней части дополнительными звеньями и для повышения устойчивости дополнительно соединяют монтажными диафрагмами со смонтированной частью башни.

Монтаж высотных сооружений методом поворота явился результатом стремления к выполнению основного объема монтажных работ на низких отметках и в безопасных условиях.

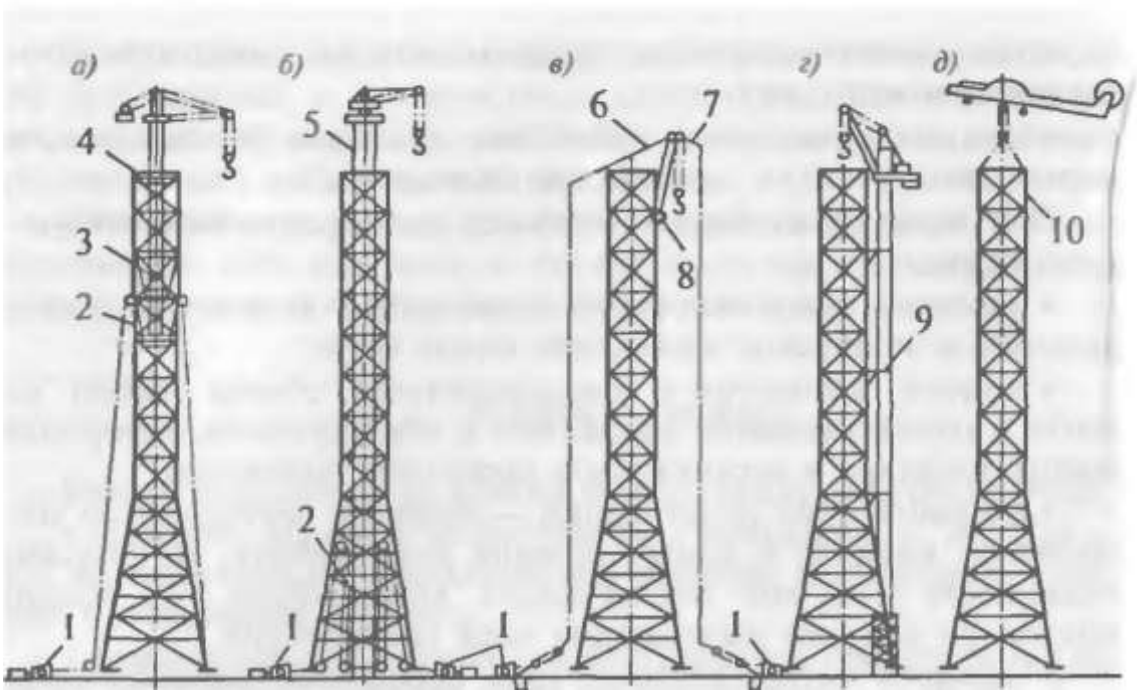


Рисунок 1 – Схема монтажа башен

а - универсальным подвесным краном; б оголовком самоподъемного в - самоподъемным портальным подъемником; г - приставным краном;

1 -электролебедка с якорем; 2 - тяговые полиспасты; 3 - обойма;

4 - 5 - труба; 6 - задняя тяга; 7 - передняя тяга; 8 - опорный столик;

9 -крапа; 10 – ловители

Монтаж радиомачт. Монтаж радиомачт осуществляют тремя основными способами:

4. Наращиванием с помощью самоподъемных кранов и вертолетов;
5. Методом поворота вокруг шарнира;
6. Методом подращивания.

Работы по монтажу мачтовых сооружений начинают после выполнения подготовительных работ на площадке, включающих общую инженерную подготовку стройплощадки, сооружение якорей для закрепления монтажных лебедок, временных расчалок, устройства стенда для изготовления и испытания канатов оттяжек и временных расчалок. Временные расчалки необходимы для обеспечения устойчивости мачты в процессе ведения работ, устойчивость смонтированной радиомачты будет обеспечиваться несколькими ярусами оттяжек, натянутых с заданным усилием и закрепленных к якорям на земле.

Монтаж решетчатых мачт наращиванием осуществляют посекционно с помощью самоподъемных 'полноповоротных кранов, перемещаемых по одной из граней мачты представленных на рисунке 1.2. Монтаж самоподъемных кранов выполняют стреловым краном после монтажа опорной и нижних секций мачты. Установленные секции мачты временными расчалками крепят к временным якорям или к анкерным фундаментам мачты. Собранный на земле самоподъемный кран со всем такелажем поднимают и устанавливают на смонтированные секции мачты с последующим закреплением опорными устройствами крана за опорные столики, предварительно приваренные к секциям мачты.

Для перемещения самоподъемного крана по высоте используется обойма на стволе крана. Кран, представленный на рисунке 1.3, состоит из решетчатого ствола, перемещающегося внутри обоймы и имеющего внизу опорные ригели для крепления к мачте. Обойма также снабжена опорными ригелями в верхнем и нижнем уровнях для крепления к мачте. При работе кран опирается на ригели ствола мачты и его дополнительно закрепляют к мачте в верхнем уровне обоймы во избежание опрокидывания.

По мере возведения мачты смонтированные конструкции выверяют с помощью двух теодолитов, установленных в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, проходящих через грань одного из поясов мачты. Каждый теодолит устанавливают так, чтобы угол подъема его трубы не превышал 45◦.

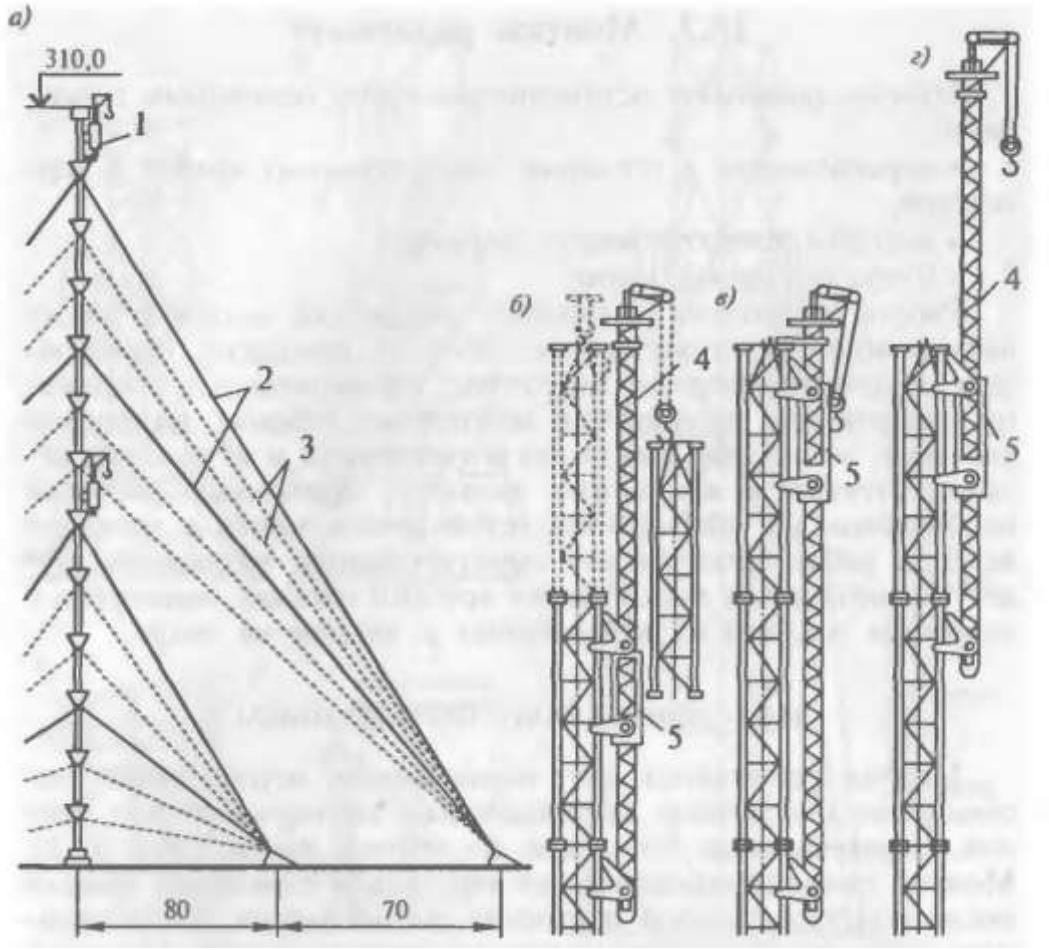


Рисунок 1.2 – Схема монтажа решетчатой мачты

а - обший вид; б - установка сегаши мачты; в - подъем обоймы крана; г - подъем ствола крана; 1 - самоподъемный кран; 2 - постоянные оттяжки; 3 - временные расчалки; 4 - ствол крана; 5 - обойма крана

Методы и последовательность монтажа листовых и трубчатых конструкций аналогичны. Отличие заключается в том, что устанавливают и закрепляют секции мачт листовой конструкции с внутренних площадок и со специальных наружных кольцевых подмостей, которые переставляют краном по мере возведения башни и подвешивают к скобам, приваренным на верху смонтированной секции.

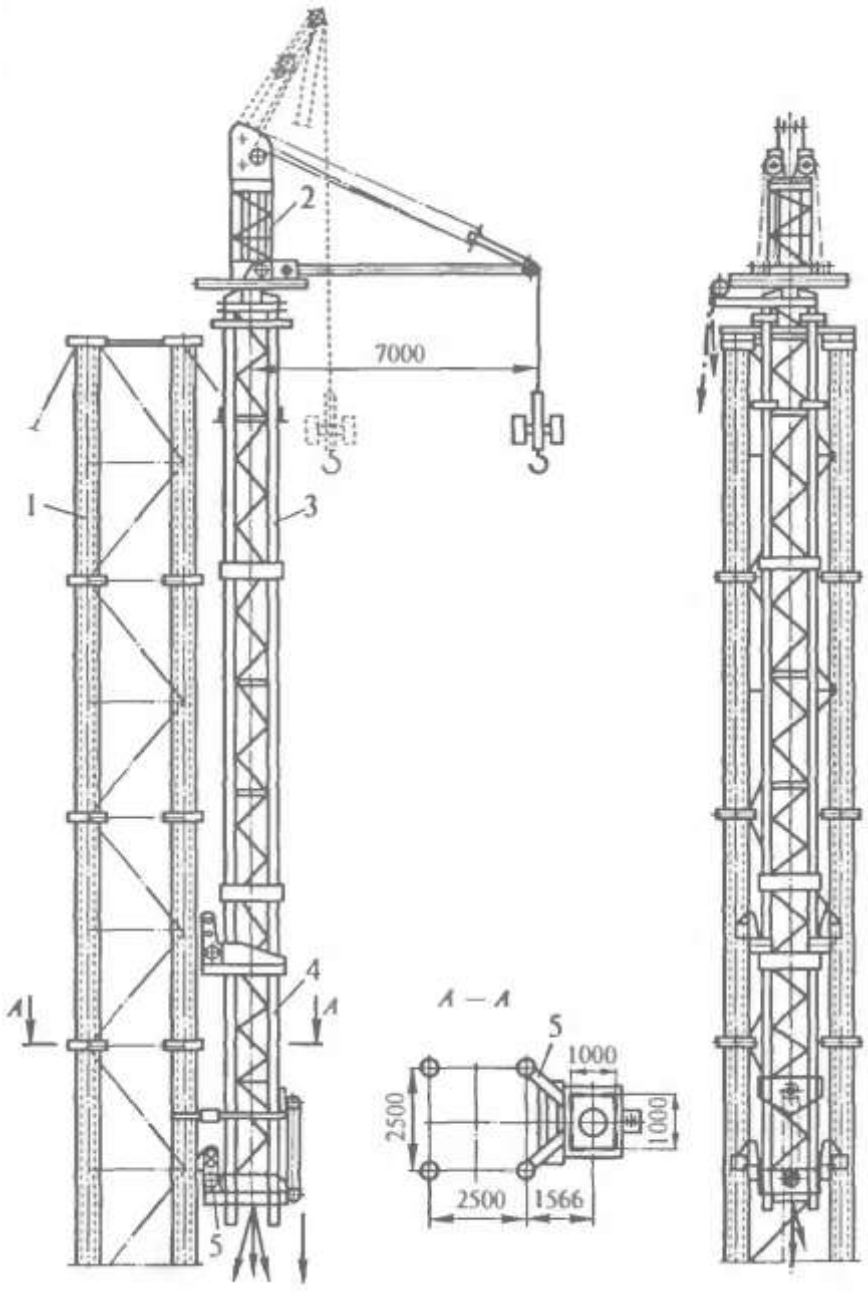


Рисунок 1.3 – Самоподъемный кран СПК -15

1 - мачта; 2 - поворотная часть; 3 - ствол; 4 - обойма; 5 - опорный ригель

Монтаж мачт повотором и подращиванием. Подъем предварительно собранных на земле мачт в проектное положение осуществляют несколькими способами в зависимости от типа подъемного оборудования и усилий, возникающих в процессе монтажа.

Подъем поворотом вокруг шарнира представленный на рисунке 1.4, осуществляют чаще всего с применением тяговых полиспастов и падающей

стрелы или шевра. Высоту падающей стрелы принимают в пределах 1/3 высоты поднимаемой конструкции. При увеличении высоты падающей стрелы уменьшается необходимое для подъема усилие в тягах и тяговом полиспасте.

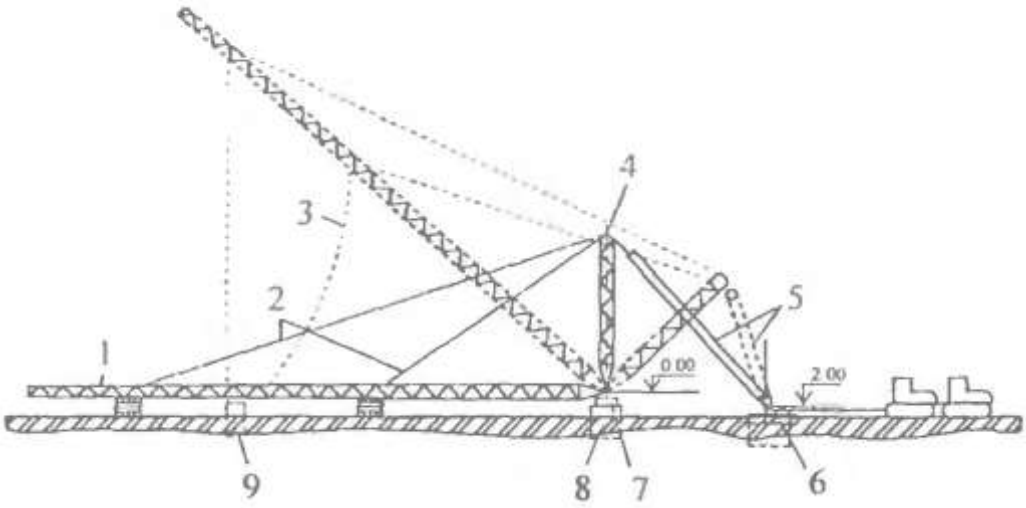


Рисунок 1.4 – Монтаж башен поворотом вокруг шарнира:
1 - мачта; 2 - подъемные тяги; 3 – оттяжки; 4 - монтажная стрела; 5 - подъемный полиспаст; 6 - якорь; 7 - шарнир (временная опора); 8 - фундамент мачты; 9 - временная опора анкера.

Основным монтажным оборудованием при монтаже мачт подращиванием является портал, оснащенный тяговыми полиспастами, приводимыми в действие электролебедками. Перед подъемом мачта полностью укомплектовывается технологическим оборудованием. При монтаже она опирается на подъемную раму портала с балансиром по направляющим. Для удержания мачты в вертикальном положении в процессе выдвижения используют временные и постоянные оттяжки.

Монтаж мачт поворотом вокруг шарнира и подращиванием имеет ограниченное применение. При монтаже башенных и мачтовых сооружений с помощью вертолета применяют методы наращивания и поворота вокруг шарнира.

Монтаж башен вертолетами методом наращивания представлен на рисунке 1.5, осуществляют блоками в соответствии с грузоподъемностью машины. Каждый блок оснащают ловителями и монтажными фиксирующими

приспособлениями, обеспечивающими дистанционную наводку блока и установку его в проектное положение.

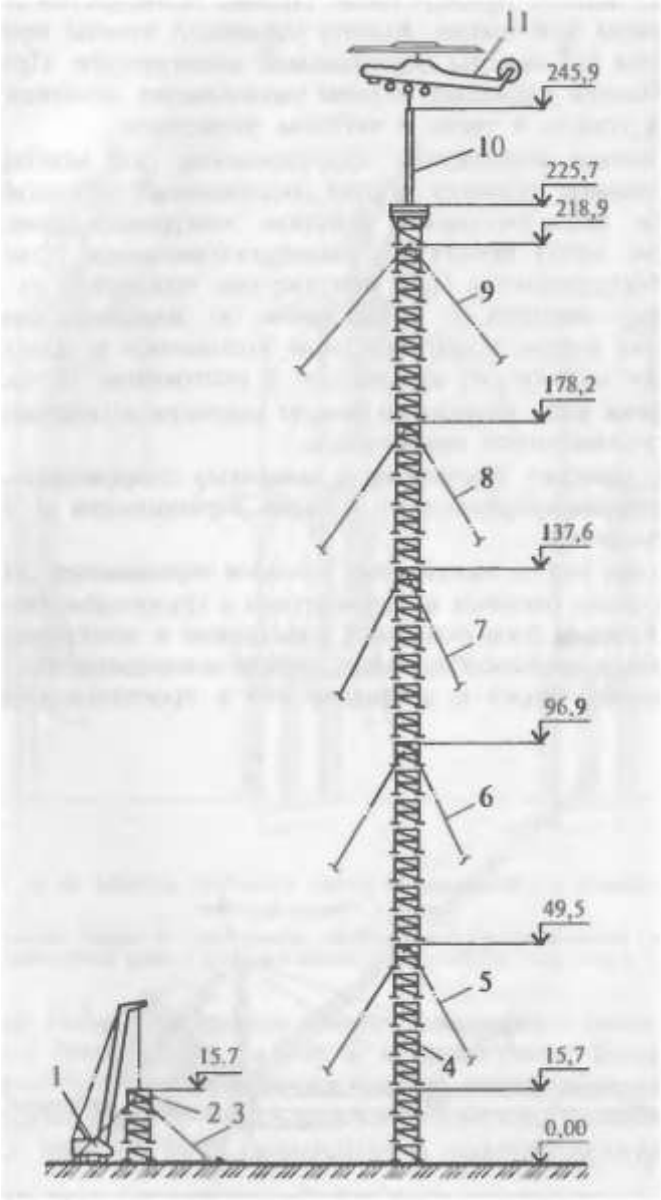


Рисунок 1.5 – Монтаж мачт наращиванием с помощью вертолета:
1 - кран; 2 - таловая секция; 3 - расчалка; 4 - типовая секция, смонтированная вертолетом; 5-9 - оттяжки; 10 - устанавливаемая антенна; 11 вертолет.

Монтаж *поворотом вокруг шарнира* полностью готовых опор радиорелейных линий с помощью вертолетов, был успешно осуществлен в труднодоступных районах страны. Но метод имеет ограниченное применение в основном из-за

ограниченной грузоподъемности вертолетов. Наибольший эффект от применения вертолетов может быть достигнут при монтаже заранее собранных на земле конструктивных элементов на нескольких объектах, расположенных недалеко друг от друга. Это позволит значительно снизить стоимость аренды вертолета и сократить расходы по перелету машины на объект и обратно на базу.

Литература:

1. Монтаж строительных конструкций: учебно-методическое пособие / В.Н.Черноиван, С.Н. Леонович. — Минск: Новое знание; М. : ИНФРА-М, 2014. — 200 с. : ил. — (Высшее образование).
2. Особенности проектирования высотных зданий: учебное пособие / В.П. Генералов; Самарский государственный архитектурно-строительный, университет. - Самара, 2009. - 296 с, ил.
3. Современное высотное строительство. Монография. М.: ГУП «ИТЦ Москомархитектуры», 2007. 440 с.; ил.
4. Генералов В. П. Особенности проектирования высотных зданий: учебное пособие. Самара: СамГАСУ, 2009. 296 с.
5. Бурдж-Халифа. На рекордной высоте высоких технологий. URL: http://zvt.abok.ru/articles/183/Burdzh_Halifa_Na_rekordnoi_visote_visokih_tehnologii (дата обращения: 19.04.2020).
6. Великие шедевры архитектуры. 100 зданий, которые восхитили мир.
7. Всемирный торговый центр Нью-Йорк URL: https://culture.wikireading.ru/53886 (дата обращения: 19.04.2020).

Literature:

1. Installation of building structures: an educational and methodological manual / V. N. Chernoivan, S. N. Leonovich. - Minsk: Novoe znanie; Moscow: INFRA-M, 2014. - 200 p.: ill — - (Higher education).
2. Features of designing high-rise buildings: textbook / V. P. Generalov; Samara State University of Architecture and Civil Engineering. - Samara, 2009. - 296 p., ill.
3. Modern high-rise construction. Monograph. Moscow: State Unitary Enterprise "ITC Moskomarchitektury", 2007. 440 p.; ill.

4. Generalov V. P. Features of designing high-rise buildings: a textbook. Samara: SamGASU, 2009. 296 p
5. Burj Khalifa. At the record height of high technology. URL: http://zvt.abok.ru/articles/183/Burdzh_Halifa_Na_rekordnoi_visote_visokih_tehnologii (accessed: 19.04.2020).
6. Great Masterpieces of Architecture. 100 buildings that delighted the world.
7. World Trade Center New York URL: https://culture.wikireading.ru/53886 (accessed: 19.04.2020).