

УТВЕРЖДАЮ
Зам. директора по УиМР
В.А. Ольховикова

Методические рекомендации

для студентов по выполнению курсового проекта

**ПМ.01 Организация и проведение монтажа и ремонта промышленного
оборудования**

**МДК.01.01. Организация монтажных работ промышленного оборудования
и контроль за ним**

Специальность 15.02.01 «Монтаж и техническая эксплуатация
промышленного оборудования (по отраслям)»

Методические рекомендации разработаны на основе Федерального государственного образовательного стандарта (далее ФГОС) среднего профессионального образования (далее – СПО) по специальности среднего профессионального образования 15.02.01 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям).

Организация- разработчик: ГБПОУ НСО НСМК

Разработчик:

Меринова Ю.Ю. - преподаватель высшей квалификационной категории
ГБПОУ НСО НСМК

Одобрена предметно-цикловой комиссией _____ протокол № __ от
«__» _____ 20__ г.

Председатель ПЦК _____ О.Н.Синько
(подпись, ФИО)

Заключение методического совета рекомендовано для реализации ФГОС СПО по специальности. Протокол № 1
от «__» _____ 20__ г.

СОДЕРЖАНИЕ

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ	4
2 ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ	5
3 ЛИТЕРАТУРА, РЕКОМЕНДУЕМАЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА (по темам)	5
4 СОСТАВ, ОБЪЁМ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	6
4.1 СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ	6
4.2 СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА	8
5 ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	8
6 ПРОВЕРКА И ЗАЩИТА КУРСОВОГО ПРОЕКТА	9
ПРИЛОЖЕНИЕ I	Ошибка! Закладка не определена.
ПРИЛОЖЕНИЕ II	Ошибка! Закладка не определена.
ПРИЛОЖЕНИЕ III	Ошибка! Закладка не определена.
ПРИЛОЖЕНИЕ IV	Ошибка! Закладка не определена.
ПРИЛОЖЕНИЕ V	Ошибка! Закладка не определена.
ПРИЛОЖЕНИЕ VI	11
ПРИЛОЖЕНИЕ VII	Ошибка! Закладка не определена.
ПРИЛОЖЕНИЕ VIII	Ошибка! Закладка не определена.
ПРИЛОЖЕНИЕ IX	15

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Настоящие методические рекомендации являются частью основной профессиональной образовательной программы в соответствии с ФГОС по специальности СПО 151031 Монтаж и техническая эксплуатация промышленного оборудования (по отраслям) в части освоения основного вида профессиональной деятельности (ВПД): организация и проведение монтажа и ремонта промышленного оборудования и соответствующих профессиональных компетенций (ПК):

ПК 1.1. Руководить работами, связанными с применением грузоподъёмных механизмов, при монтаже и ремонте промышленного оборудования.

ПК 1.2. Проводить контроль работ по монтажу и ремонту промышленного оборудования с использованием контрольно-измерительных приборов.

ПК 1.3. Участвовать в пусконаладочных работах и испытаниях промышленного оборудования после ремонта и монтажа.

ПК 1.5. Составлять документацию для проведения работ по монтажу и ремонту промышленного оборудования.

Основной целью курсового проектирования является приобретение навыков применения теоретических знаний в проектировании и самостоятельного творческого решения производственно-технических вопросов.

В процессе курсового проектирования учащийся должен научиться:

- подбирать грузоподъёмное оборудование в зависимости от массы и габаритов груза, высоты подъёма и условий производства работ;

- выбирать стандартные такелажные средства и механизмы (лебёдки, блоки, тали, подъёмники);

- производить подбор, проектный расчёт и конструирование нестандартных такелажных приспособлений (мачт, полиспастов, якорей) с выполнением необходимых расчётных схем и рабочих чертежей;

- выполнять проектную разработку схем производства такелажных работ и обосновать свой выбор схемы и способа подъёма;

- разрабатывать конкретные мероприятия по технике безопасности, пожарной безопасности и промсанитарии (для данного проекта) при производстве такелажных работ в соответствии с действующими нормами и правилами.

Руководство курсовым проектированием осуществляет преподаватель, читающий профессиональный модуль ПМ.01 «Организация проведения монтажа и ремонта промышленного оборудования», МДК .01.01 «Организация монтажных работ промышленного оборудования и контроль за ним».

Перед началом работы над курсовым проектом проводится вводное занятие, на котором разъясняется значение курсового проектирования для закрепления и систематизации знаний сопутствующих предметов, подготовки к более сложному курсовому проектированию по монтажу технологического оборудования и дипломному проектированию; даются рекомендации по составу, содержанию и оформлению курсовых проектов; распределяются темы проектов; сообщается расписание консультаций, устанавливается график выполнения проектов и порядок контроля за его выполнением.

Для выполнения проекта каждому учащемуся выдаётся настоящее пособие (во временное пользование) и индивидуальное задание, в котором указывается тема курсового проекта с исходными данными (способ, схемы), состав проекта и срок окончания. Задание на курсовое проектирование оформляется на специальном бланке, подписывается руководителем проекта, председателем соответствующей предметно-цикловой комиссией, утверждается заместителем директора по учебной и методической работе, задание выдаётся учащемуся за полтора-два месяца до сдачи проекта. Форма задания дана в приложении IV.

2 ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ

Темы курсовых проектов должны быть связаны с практикой работы ведущих монтажных организаций и отражать достигнутый технический уровень монтажа технологического оборудования, конструкций, грузоподъемных машин. Необходимо также учитывать перспективы совершенствования средств и способов монтажа.

Темы курсовых проектов рассматриваются и утверждаются на заседании предметно-цикловой комиссии. Темы должны быть разнообразными по содержанию, одинаковыми по степени сложности и трудоёмкости (не более 25-30 чел.-ч). Темы предусматривают подбор и расчёт подъёмно-транспортного оборудования и такелажной оснастки для подъёма и установки на фундамент аппаратов колонного типа, компрессоров, дробилок, мельниц, барабанных печей, сушилок, ленточных и пластинчатых конвейеров, шнека, элеватора, мостовых, башенных козловых кранов.

Предметная комиссия имеет право дополнить список тем курсовых проектов или изменить его в соответствии с местными условиями, перспективой совершенствования средств и способов такелажа.

Примерный перечень тем и варианты проектирования приведены в приложении VI

3 ЛИТЕРАТУРА, РЕКОМЕНДУЕМАЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ КУРСОВОГО ПРОЕКТА (по темам)

Конвейеры

В.В.Матвеев «Примеры расчёта такелажной оснастки» Ленинград Стройиздат 1999 год
К.М. Гайдамак «Монтаж оборудования химической и нефтяной промышленности», М., Высшая школа, 1999

Е.В.Грузинов «Монтаж технологического оборудования химических заводов», М., Стройиздат, 2000

И.С. Гольденберг «Монтаж технологического оборудования нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов», М., стройиздат, 1999

М.И. Гальперин «Монтаж технологического оборудования нефтеперерабатывающих заводов», М., Стройиздат, 1999

Насосы, аппараты с перемешивающими устройствами, барабанные печи, компрессоры, камне-дробильное оборудование

В.В.Матвеев «Примеры расчёта такелажной оснастки» Ленинград Стройиздат 1999 год
В.З. Маршев «Монтаж машин и аппаратов универсального применения», М., Стройиздат, 2001

М.И. Гальперин «Монтаж технологического оборудования нефтеперерабатывающих заводов», М., Стройиздат, 1999

Холодильное оборудование

В.В.Матвеев «Примеры расчёта такелажной оснастки» Ленинград Стройиздат 1999 год
К.М. Гайдамак «Монтаж оборудования химической и нефтяной промышленности», М., Высшая школа, 1999

Е.В.Грузинов «Монтаж технологического оборудования химических заводов», М., Стройиздат, 2000

И.С. Гольденберг «Монтаж технологического оборудования нефтеперерабатывающих и нефтехимических заводов», М., стройиздат, 1999

М.И. Гальперин «Монтаж технологического оборудования нефтеперерабатывающих заводов», М., Стройиздат, 1999

А.Л.Беккергун и Д.М.Гальперин «Монтаж технологического оборудования холодильников и холодильных установок» М., Стройиздат, 2002

Охрана труда

Н.И.Сугробов Охрана труда в строительстве. М.:Стройиздат,1999

А.С.Торопов Охрана труда при монтаже технологического оборудования. М.:Стройиздат, 1999

И.А.Колесников. Охрана труда в строительстве. М.:Стройиздат,1999

СНиП 12 -03 -2001 Безопасность труда в строительстве.

СНиП 12 -04 -2002 Безопасность труда в строительстве.

4 СОСТАВ, ОБЪЁМ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект состоит из пояснительной записки и графической части.

Объём графической части должен быть 1,5-2 листа формата А1 (841×594 мм).

Объём пояснительной записки 15-20 листов формата А4 (210×297 мм).

4.1 СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ ПОЯСНИТЕЛЬНОЙ ЗАПИСКИ

Титульный лист пояснительной записки

Первый лист

Третий лист – лист задания

Четвертым листом – содержание пояснительной записки с основной надписью (штампом форма 3), на котором ставятся подписи разработчика и руководителя проекта (оформление всех листов приложение III)

Разделы записки:

Введение

Объём данного раздела составляет 1-2 страницы.

В этом разделе необходимо рассказать о ПТО, которое используется при монтаже. А также дать краткие сведения об истории использования данной техники и т.д.

1 Организационно-техническая часть

Эта часть состоит из 3 подразделов.

1.1 Характеристика объекта монтажа

Объём данного раздела составляет 1-2 страницы.

В этом разделе необходимо представить информацию об объекте монтажа: исходные технические данные монтируемого оборудования (масса, габариты, положение центра тяжести, конструктивные особенности), высота фундамента, начальное положение оборудования перед подъёмом или транспортировкой, необходимо дать характеристику монтируемого оборудования, назначение; область применения.

Рисунок 1 Общий вид. (рисунок объекта монтажа)

1.2 Порядок поставки и приемки оборудования в монтаж

Объём данного раздела составляет 1-2 страницы.

В разделе необходимо пояснить, как и кем монтируемое оборудование доставляется на монтажную площадку, как и кем осуществляется приём оборудования в монтаж.

1.3 Выбор и обоснование метода монтажа

Объём этого раздела 1-2 страницы.

Необходимо описать способами, которыми может быть осуществлён монтаж данного оборудования. Показываются положительные и отрицательные стороны каждого варианта подъёма оборудования, описывается предмонтажная обстановка. Необходимо объяснить и аргументировать выбор способа подъёма оборудования.

(При описании можно воспользоваться дополнительной литературой)

2 Расчетно-конструкторская часть

Объём этого раздела 6-8 страниц.

В этом разделе должны быть выполнены расчёты и подбор вида такелажной оснастки, указанного в задании; конструирование одного из монтажных приспособлений или элементов оснастки, расчёт грузозахватных приспособлений.

В эту часть должны быть включены следующие подразделы:

2.1 Подбор основных такелажных средств

2.2 Тяговые расчеты

2.3 Расчет стропов

Перед проведением расчетов необходимо вынести на отдельный лист буквенные обозначения, используемые при расчёте в данном проекте (пример дан в приложении III)

Все расчёты должны сопровождаться схемами. Основным учебным пособием по этому разделу является учебное пособие для техникумов «Примеры расчета такелажной оснастки» Матвеев В.В.(Пример оформления расчётов дано в приложении III). Расчёты выполняете согласно теме задания (приложение I). Методика выполнения расчётов дана в приложении II

3 Охрана труда

3.1 Мероприятия по технике безопасности

Объём этого раздела составляет 1-2 страницы

Раздел должен содержать конкретные указания по безопасному выполнению работ, разработанных в проекте. НЕ следует включать в раздел правила техники безопасности общего характера.

Для выполнения всего этого раздела предлагается использовать материал из лекций по Охране труда или учебной литературы, СНиП.

Вопросы, которые раскрываются данным разделе должны конкретно касаться темы курсового проекта: если тема проекта связана с подъёмом оборудования с помощью мачты, то необходимо указывать технику безопасности при монтаже, эксплуатации и демонтаже мачты, лебёдки, якорей, об испытании оборудования (если его проводится).

3.1 Противопожарные мероприятия

Объём этого раздела составляет 1-2 страницы

Раздел должен содержать конкретные указания по противопожарным мероприятиям на монтажной площадке. НЕ следует включать в раздел противопожарные мероприятия общего характера.

3.1 Мероприятия по промсанитарии, гигиене труда и охране окружающей среды.

Объём этого раздела составляет 1-2 страницы

Необходимо указать работы, на которых могут возникнуть вредные производственные факторы: шум, вибрации, вредные вещества в воздухе рабочей зоны - обусловленные принятой технологией производства работ; меры защиты работающих; обязанности ИТР.

4 Список использованных источников

Объём этого раздела составляет 1-2 страницы

В данном разделе необходимо указать ту литературу, которая пользовалась при выполнении курсового проекта

Пример оформления:

1. В.В.Матвеев, Н.Ф.Куприн - Примеры расчета такелажной оснастки. Л. Стройиздат 1987 год.
2. К.М. Гайдамак, Б.А. Тыркин - Монтаж оборудования предприятий химической и нефтехимической промышленности. М.Высшая школа 1978год.
3. А.С.Торопов, Охрана труда при монтаже технологического оборудованияМ. Стройиздат 1987год.
4. Н.Н.Кичихин - Такелажные работы . М.Высшая школа 1985год 3.СНиП 3.01.01.85* (с изменениями от1.04.95г.) Организация строительного производства

5 Заключение

Объём этого раздела составляет 1-2 страницы

В этом разделе необходимо отметить значения выполнения курсового проекта: чем проект был интересен, полезен, что вызвало трудности.

**страницы указываются начиная с 4 листа*

Первым считать лист, идущий за титульным. Лист с заданием идёт 2-ым.

4.2 СОСТАВ И СОДЕРЖАНИЕ ГРАФИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ПРОЕКТА

Графическая часть проекта состоит из двух чертежей (листов).

Лист №1 . Схема монтажа А1 (841×594 мм)

На этом листе чертятся схемы подъёма оборудования от исходного до конечного положений с отражением наиболее характерных промежуточных положений, в которых нагрузки передаются с одних грузоподъёмных средств на другие и в которых возникают максимальные усилия в напряженных элементах такелажной оснастки.

В отдельных случаях, если это предусмотрено заданием, изображаются схемы транспортировки.

Графическое изображение должно иллюстрировать основные принципы и последовательность выбранного способа подъёма.

Показывают схемы строповки оборудования.

Даются указания по монтажу и технике безопасности (запись делается над штампом)

Указываются исходное положение цифрой – I, промежуточное – II, проектное – III.

Лист №2 Узлы и детали А 2 (594×420) или А1 (841×594 мм)

На этом листе выполняются общие виды захватных устройств, грузоподъёмных приспособлений, такелажных устройств, общий вид поднимаемых кранов. Дается спецификация.

ЧЕРТЕЖИ ВЫПОЛНЯЮТСЯ В СТАНДАРТНЫХ МАСШТАБАХ, схемы разрешается выполнять без стандартных масштабов , но с соблюдением пропорциональности основных элементов.

5 ОФОРМЛЕНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Текстовая часть проекта набирается на компьютере и печатается на бумаге формата А4 с соблюдением требований ЕСКД.

Каждый раздел пояснительной записки начинается с нового листа.

Заголовки разделов пишутся крупным шрифтом без переноса слов.

Каждый лист записки окантовывается прямоугольной рамкой, отстоящей от кромки листа слева на 20 мм, а справа, сверху и снизу – на 5мм. Номер листа проставляют в правом нижнем углу арабскими цифрами высотой 5 мм в рамке размерами 10×15 мм.

Нумерация листов начинается с листа «Содержание» - это 3 лист.

Рекомендуемый шрифт № 12. Расстояние от границ текста до рамки должно быть сверху 15 мм, снизу – 10 мм, слева – 5 мм, справа – 3 мм. Первая строка абзаца начинается с отступом 15 мм.

Содержание пояснительной записки необходимо излагать в кратких точных выражениях, технически и стилистически грамотно, без сокращений слов, за исключением стандартных и общепринятых сокращений.

Расчётно-конструкторская часть излагается от первого лица множественного числа, например: «рассчитываем», «принимаем». Указания по выполнению работ, соблюдению правил даются в безличной повелительной форме. Например: «следует приподнять груз», «нужно выполнять строповку», «рекомендуется применять деревянные подкладки».

Текст пояснительной записки необходимо иллюстрировать рисунками, схемами, графиками, размещая их на листах текста или на отдельных листах формата А4. Все рисунки, схемы должны иметь сквозную нумерацию и подрисовочные надписи. Таблицы в тексте должны иметь названия и свою сквозную нумерацию. Слово «таблица» с порядковым номером следует писать над таблицей справа.

Расчётные формулы пишутся отдельной строкой с указанием номера. Численные значения величин следует подставлять строго в том порядке, в каком они записаны в формуле. Запрещается в процессе вычислений выполнять перевод величин из одних единиц измерения в другие.

Чертежи выполняются карандашом. В правом нижнем углу чертежа делается основная надпись (штамп), а над ней – спецификация.

Особое внимание нужно обратить на линии чертежа. Подъёмно- транспортное оборудование и такелажные приспособления чертятся схематично сплошными линиями; в отдельных случаях разрешается изображать только части (вершины) крановых стрел. Ванты, стропы, полиспасты, оттяжки изображаются сплошными линиями. Контурные фундаментов, опорных конструкций, зданий и других сооружений, используемых для целей монтажа, наносятся жирными сплошными линиями. Все сооружения, не используемые для монтажа, изображаются тонкими сплошными линиями. Рекомендуется выполнять каждый чертеж сначала в тонких линиях и, только после согласования с руководителем, производить обводку линий, штриховку, нанесение размеров, надписей, обозначений. Промежуточное положение чертится пунктирной линией, проектное-сплошной, жирной, исходное- сплошной, тонкой.

Законченный чертеж подписывается учащимся на штампе. После защиты чертёж складывается по формату А4 и вкладывается в пояснительную записку.

6 ПРОВЕРКА И ЗАЩИТА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Законченный курсовой проект в установленный срок сдается преподавателю-руководителю для проверки. Проверенный проект подписывается руководителем, нормоконтролем с замечаниями и возвращается учащемуся для исправления и подготовки к защите.

Для открытой защиты отбираются лучшие и наиболее интересные курсовые проекты. На доклад учащегося отводится 8-10 минут. За это время учащийся должен кратко рассказать о своем проекте, принятых в проекте решений. Студенту задаются вопросы по проекту. Оценка ставится по 5 бальной системе.

Учащемуся, не справившемуся с заданием на курсовое проектирование(по срокам выполнения, по его качеству), назначается новый 1-2 недельный срок.

ТЕМА 1 Подъём оборудования стреловыми самоходными кранами методом скольжения с отрывом от земли.

Исходные данные:

Тип оборудования – шнек, барабанная печь, сушилка, ленточный и пластинчатый конвейер, элеватор, компрессор, насос, аппарат с перемешивающим устройством, элеватор, испаритель, конденсатор, мост мостового крана, грузовая тележка, кабина управления

Масса оборудования

Длина оборудования

Высота фундамента

Диаметр наружный

Расстояние от основания до центра масс

Расчётная часть пояснительной записки должна включать следующее:

- выбор монтажного крана (проверка его на опрокидывание, на подрезание стрелы)
- расчёт строп
- расчёт дотягивающей системы
- выбор тягового механизма и якорей

ТЕМА 2 Демонтаж оборудования стреловыми кранами с отрывом от земли

Исходные данные:

Тип оборудования – шнек, барабанная печь, сушилка, ленточный и пластинчатый конвейер, элеватор, компрессор, насос, аппарат с перемешивающим устройством, элеватор, испаритель, конденсатор, мост мостового крана, грузовая тележка, кабина управления

Масса оборудования

Длина оборудования

Высотная отметка

Габариты сечения

Расстояние от основания до центра масс

Расчётная часть пояснительной записки должна включать следующее:

- выбор монтажного крана (проверка его на опрокидывание, на подрезание стрелы)
- расчёт строп
- расчёт дотягивающей системы
- выбор тягового механизма и якорей

ТЕМА 3 Подъём аппаратов колонного типа монтажной мачтой методом поворота вокруг шарнира.

Исходные данные:

Тип оборудования – дымовая труба с каркасом, испарители, опоры ЛЭП, теплообменные аппараты, башенный кран

Масса оборудования

Высота оборудования

Высота фундамента

Расстояние от основания до центра масс

Диаметр

Расчётная часть пояснительной записки должна включать следующее:

- расчет подъёмного полиспаста
- расчёт монтажной мачты (высоты, сечения)
- расчёт строп
- расчёт вант
- расчёт тормозной и тяговой лебедки, подбор якорей

ТЕМА 4 Встречный подъём двух одинаковых аппаратов вертикального типа.

Исходные данные:

Тип оборудования – дымовая труба с каркасом, испарители, опоры ЛЭП, теплообменные аппараты

Масса оборудования

Высота оборудования

Высота фундамента

Расстояние от основания до центра масс

Диаметр

Расчётная часть пояснительной записки должна включать следующее:

- расчет подъёмного полиспаста
- расчёт монтажной мачты (высоты, сечения)
- расчёт строп
- расчёт вант
- расчёт тормозной и тяговой лебедки, подбор якорей

ТЕМА 5 Демонтаж двух аппаратов с помощью мачты.

Исходные данные:

Тип оборудования – теплообменный аппарат, труба с каркасом, опоры ЛЭП

Масса оборудования

Высота оборудования

Высотная фундамента

Диаметр наружный

Расстояние от основания до центра масс

Расчётная часть пояснительной записки должна включать следующее:

- расчет подъёмного полиспаста
- расчёт монтажной мачты (высоты, сечения)
- расчёт строп
- расчёт вант
- расчёт тормозной и тяговой лебедки, подбор якорей

ТЕМА 6 Подъём оборудования стреловыми самоходными кранами со стрелами, соединёнными ригелем

Исходные данные:

Тип оборудования – испаритель, скруббер, конденсатор

Масса оборудования

Длина оборудования

Высота фундамента

Диаметр наружный

Расчётная часть пояснительной записки должна включать следующее:

- выбор монтажного крана (проверка его на опрокидывание, на подрезание стрелы)
- расчёт строп
- расчёт дотягивающей системы
- выбор тягового механизма и якорей
- расчет ригеля (сечения)
- расчет монтажных штуцеров

ТЕМА 7 Подъём оборудования стреловыми самоходными кранами с расчлёнными стрелами

Исходные данные

Вид аппарата- труба с каркасом, испаритель

Диаметр аппарата наружный

Высота аппарата

Масса аппарата

Высота фундамента

Расстояние от основания аппарата до центра тяжести

Расчётная часть пояснительной записки должна включать следующее:

- выбор монтажного крана (проверка его на опрокидывание, на подрезание стрелы)
- определение усилий в элементах крана (на крюке, стреловом полиспасте, стреле)
- расчёт строп
- расчёт каната для расчалок стрелы (диаметр и длина), выбор якоря
- расчёт устойчивости крана от сдвига

ТЕМА 8 Подъём оборудования стреловыми самоходными кранами методом скольжения без отрывом от земли.

Исходные данные:

Тип оборудования – труба с каркасом, колонны, теплообменный аппарат, испаритель, опора козлового крана, стрела башенного крана

Масса оборудования

Длина оборудования

Высота фундамента

Диаметр наружный

Расстояние от основания до центра масс

Расчётная часть пояснительной записки должна включать следующее:

- выбор монтажного крана (проверка его на опрокидывание, на подрезание стрелы)
- расчёт строп
- выбор тягового механизма и якорей для подтягивающего устройства
- расчет тормозной оттяжки при установки аппарата на фундамент
- подбор отводных блоков
- расчёт балансирной траверсы при монтаже спаренными кранами

ТЕМА 10 Подъём оборудования стреловыми самоходными кранами с опёртыми стрелами

Исходные данные

Вид аппарата- теплообменный аппарат, ёмкость, металлоконструкция

Диаметр аппарата наружный

Высота аппарата

Масса аппарата

Высота фундамента

Расстояние от основания аппарата до центра тяжести

Расчётная часть пояснительной записки должна включать следующее:

- выбор монтажного крана (проверка его на опрокидывание, на подрезание стрелы)
- определение усилий в элементах крана (на крюке, стреловом полиспасте, стреле)
- расчёт строп
- расчёт шевра
- расчёт устойчивости крана от сдвига
- расчёт дотягивающей системы

ТЕМА 11 Подъём козлового крана стяжными полиспастами

Исходные данные

Вид аппарата- козловой, кабельный кран

Высота моста

Высота крана или опор

Масса опор и моста

Масса грузовой тележки и кабины управления*

Расчётная часть пояснительной записки должна включать следующее:

- выбор монтажного крана для укрупнительной сборки (проверка его на опрокидывание, на подрезание стрелы)*
- определение усилий в элементах крана (опоре)
- расчёт строп
- расчёт тяжных полиспастов
- выбор тягового механизма, якоря
- расчёт дотягивающей системы

ТЕМА 12 Демонтаж козлового крана тяжными полиспастами

Исходные данные

Вид аппарата- козловой, кабельный кран

Высота моста

Высота крана или опор

Масса опор и моста

Масса грузовой тележки и кабины управления*

Расчётная часть пояснительной записки должна включать следующее:

- выбор монтажного крана для укрупнительной сборки (проверка его на опрокидывание, на подрезание стрелы)*
- определение усилий в элементах крана (опоре)
- расчёт строп
- расчёт тяжных полиспастов
- выбор тягового механизма, якоря
- расчёт дотягивающей системы

Подбор основных такелажных средств

Выбор монтажных кранов

Вопросы выбора монтажного крана и метода монтажа различного оборудования и конструкций взаимосвязаны между собой и, как правило, решаются одновременно.

При решении этих вопросов следует из всего многообразия монтажных кранов выбрать наиболее рациональный с технической и экономической точек зрения, учитывая применяемый метод монтажа оборудования. Исходными данными при этом являются габариты и масса монтируемого оборудования, высота фундамента и наличие в зоне монтажа других сооружений, оборудования и конструкций.

Наиболее сложным в монтажной практике является подъем и установка из исходного горизонтального в проектное вертикальное положение оборудования вертикального типа, такого как аппараты колонного и башенного типов, металлические дымовые и вентиляционные трубы, высотные металлоконструкции (этажерки, мачты). Поэтому решение о выборе монтажного крана и метода монтажа подобного оборудования имеет важное значение. Учитывая, что в последнее время монтаж различных видов вертикального оборудования выполняется, как правило, в полностью собранном виде или укрупненными узлами, в практике монтажа нашли наиболее широкое применение два метода: скольжения и поворота вокруг шарнира. Монтаж такими методами может выполняться как одиночными, так и спаренными стреловыми самоходными кранами.

При подъеме методом скольжения оборудование выкладывается в исходном горизонтальном положении вершиной к фундаменту и стропится за нее или за образующую между центром массы и вершиной. Краны устанавливаются непосредственно у фундамента так, чтобы в процессе подъема и установки оборудования на фундамент вылет крюка был минимальным. Во избежание отклонения грузовых полиспастов кранов от вертикали основание оборудования подтаскивается на санях или тележке к фундаменту одновременно с подъемом верхней части оборудования.

Метод скольжения имеет две разновидности: подъем оборудования с отрывом нижней части от земли (опоры) и без ее отрыва. При установке оборудования методом скольжения с отрывом от земли краны подбирают так, чтобы их грузоподъемность была не меньше массы оборудования, а высота подъема крюков независимо от места строповки обеспечивала подъем основания оборудования выше фундамента. При этом следует учитывать наличие достаточного подстрелового пространства монтажных кранов для размещения поднятого оборудования. Максимальные нагрузки на краны возникают на завершающей стадии подъема при отрыве оборудования от земли и соответствуют его массе. При использовании метода скольжения без отрыва от земли грузоподъемность кранов значительно меньше, чем масса оборудования, и определяется специальным расчетом. Строповка оборудования, как было сказано выше, выполняется обычно за вершину оборудования. Однако, если высота подъема крюка одиночного крана меньше необходимой или подстреловое пространство недостаточно для размещения поднятого оборудования, строповка выполняется за образующую оборудования выше центра массы. В этом случае при подъеме с отрывом от земли полностью поднятое оборудование занимает наклонное положение, что усложняет его установку на фундамент, особенно при наличии анкерных болтов. Поэтому угол ϕ отклонения продольной оси оборудования от вертикали рекомендуется не более 15° . Для выполнения этого условия место строповки определяют путем вычерчивания схем подъема в масштабе с заданным углом наклона оборудования к вертикали (рис. 1). Место строповки будет находиться на пересечении образующей оборудования с вертикалью, проведенной через центр массы.

При окончательной установке оборудования его нижнюю часть опирают на фундамент, доводят дотягивающей системой до нейтрального положения и плавно опускают в проектное вертикальное положение с помощью тормозной оттяжки.

- отклонение грузового полиспаста от вертикали должно быть не более 3° в зависимости от типа крана и длины стрелы;
- угол наклона рабочей площадки не более, чем указанный в паспорте крана (он зависит от несущей способности грунта, типа крана и длины стрелы и лежит в пределах до 4°);
- минимальное расстояние поднимаемого оборудования от стрелы крана — 0,5 м;
- работа кранов допускается при силе ветра до 6 баллов (12 м/с);
- при большой влажности грунта или его недостаточной несущей способности рабочая площадка для крана должна оборудоваться настилом из железобетонных или металлических плит (прилож. VIII*, В);
- при работе кранов в стесненных условиях необходимо учитывать их габаритные размеры, приведенные для некоторых марок кранов в прилож. VIII*.

Выбор монтажных кранов при подъеме оборудования как методом скольжения, так и методом поворота вокруг шарнира может осуществляться двумя способами: построением монтажной схемы в масштабе; использованием таблиц максимальных габаритов и масс поднимаемого оборудования.

Выбор крана первым способом выполняется следующим образом:

1. Определяют максимальную нагрузку на монтажный кран и необходимую высоту подъема крюка крана. Порядок определения этих данных указан для различных методов подъема оборудования в соответствующих параграфах.

2. Используя эти данные и задавшись необходимым вылетом крюка, подбирают предварительно типоразмер монтажного крана по графикам грузовысотных характеристик, приведенных в прилож. IX*, или по справочнику и паспорту крана. Грузоподъемность и высота подъема крюка выбранного крана должны быть не менее расчетных.

В прилож. IX* приведены выборочно грузовысотные характеристики некоторых наиболее употребительных типов кранов для стрел минимальной, максимальной и средней длины и только для основных крюков. При необходимости получения полных данных всех типов кранов следует обратиться к справочной литературе или пользоваться паспортом крана.

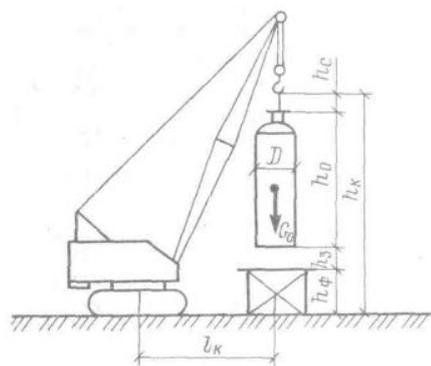
3. Вычерчивают монтажную схему в масштабе, проверяя возможность размещения полностью поднятого оборудования в подстреловом пространстве (рис. 2) и имея в виду, что расстояние оборудования от стрелы крана должно быть не менее чем 0,5 м.

Выбор крана вторым способом выполняется в следующем порядке:

1. Зная

габариты и массу оборудования, выбирают метод его подъема и место строповки (за вершину или на высоте $2/3$ от его основания).

Рисунок 2. Принцип построения масштабной схемы при подъеме оборудования кранами



2. По таблице, соответствующей выбранному методу подъема, подбирают типоразмер одиночного или спаренных кранов с длиной стрел, обеспечивающих подъем оборудования с известными массой, высотой и поперечными размерами. Данные для выбора кранов сведены в табл. 1, 2, 3 — для подъема методом скольжения; 4, 5 — для подъема методом поворота; 6 — для подъема парными кранами со стрелами, соединенными ригелем. В схемах и таблицах приняты следующие обозначения; G_0 и H_0 — соответственно масса, т, и высота, м, поднимаемого оборудования; D — диаметр или поперечные размеры поднимаемого

оборудования, м; G_k — грузоподъемность крана, т; l_k — вылет крюка крана, м; h_k — высота подъема крюка крана (с учетом подъема аппарата заданных габаритов), м.

При монтаже вертикального оборудования укрупненными блоками, а также горизонтальных аппаратов и другого оборудования различной конфигурации монтажные краны выбираются аналогично первому способу, описанному выше, путем использования графиков грузовысотных характеристик стреловых кранов и построения монтажной схемы в масштабе.

Таблица 1

Максимальные габариты и масса аппаратов, поднимаемых одним стреловым краном способом скольжения

Модель крана	Длина стрелы, м	Строповка за вершину					Строповка за корпус				
		l_k , м	h_k , м	G_k , т	D, м	Но, м	l_k , м	h_k , м	G_k , т	D, м	Но, м
МГК-25	12,5	3,8	12,7	25	1,0	11,5	3,8	12,0	25	1,0	16,2
			10,3		1,5	8,7	-	-	-	-	-
			8,1		2,0	5,9	-	-	-	-	-
			5,5		2,5	2,9	-	-	-	-	-
	22,5	4,0	20,9	16	1,0	19,7	4,0	20,2	16	1,0	28,5
			16,5		1,5	14,8	4,0	15,3	16	1,5	20,9
			12,9		2,0	10,7	-	-	-	-	-
			9,6		2,5	5,9	-	-	-	-	-
	32,5	5,0	32,0		1,0	30,8	5,0	31,3	10	1,0	45,2
28,4			1,5		26,7	5,0	27,2	10	1,5	38,8	
24,2			2,0		22,0	5,0	22,6	10	2,0	31,4	
19,8			2,5		17,2	-	-	-	-	-	
16,0			3,0		12,9	-	-	-	-	-	
12,1			3,5		8,5	-	-	-	-	-	
7,8			4,0		3,7	-	-	-	-	-	
СКГ-40	15,0	4,5	12,6	40	1,0	11,4	4,5	12,1	40	1,0	16,5
			11,8		1,5	10,2	-	-	-	-	-
			11,3		2,0	9,1	-	-	-	-	-
			10,7		2,5	8,1	-	-	-	-	-
			10,3		3,0	7,2	-	-	-	-	-
			9,8		3,5	6,2	-	-	-	-	-
			9,3		4,0	5,2	-	-	-	-	-
	20,0	6,2	18,0	20	1,0	16,8	6,0	17,5	20	1,0	24,5
			17,5		1,5	15,8	6,0	16,7	20	1,5	22,9
			16,8		2,0	14,7	-	-	-	-	-
			16,4		2,5	13,7	-	-	-	-	-
			15,9		3,0	12,7	-	-	-	-	-
			15,4		3,5	11,7	-	-	-	-	-
			14,9		4,0	10,7	-	-	-	-	-
	25,0	7,4	22,5	15	1,0	21,3	7,0	22,0	15	1,0	31,2
21,9			1,5		20,2	7,0	21,0	15	1,5	29,5	
21,5			2,0		19,8	7,0	20,3	15	2,0	27,5	
20,9			2,5		18,3	-	-	-	-	-	
20,4			3,0		17,2	-	-	-	-	-	
19,9			3,5		16,3	-	-	-	-	-	
19,5			4,0		15,3	-	-	-	-	-	
СКГ-63	15,0	4,5	15,0	63	1,0	13,8	4,5	14,3	63	1,0	19,7
			15,0		1,5	13,3	4,5	13,8	63	1,5	18,7

			15,0		2,0	12,8	-	-	-	-	-
			15,0		2,5	12,3	-	-	-	-	-
			14,4		3,0	11,3	-	-	-	-	-
			13,4		3,5	9,8	-	-	-	-	-
			12,5		4,0	8,4	-	-	-	-	-
	30,0	6,0	28,8		1,0	27,6		28,1		1,0	40,4
			28,8		1,5	27,1		27,6		1,5	39,4
			28,8		2,0	26,6		27,2		2,0	38,3
			28,8	35	2,5	26,1	6,0	25,8	35	2,5	35,8
			28,2		3,0	25,1		25,8		3,0	35,5
			26,7		3,5	23,1		-		-	-
			25,4		4,0	21,2		-		-	-
	40,0	7,0	38,8		1,0	37,6		38,1		1,0	55,4
			38,8		1,5	37,1		37,6		1,5	54,4
			38,8		2,0	36,6		37,2		2,0	53,3
			36,5	25	2,5	33,8	7,0	34,5	25	2,5	48,9
			34,5		3,0	31,3		32,1		3,0	44,9
			32,7		3,5	29,0		29,9		3,5	41,2
			30,8		4,0	26,7		-		-	-
СКГ-100	20,0	6,0	19,5		1,0	18,3	6,0	18,7	100	1,0	26,3
			19,5		1,5	17,8	6,0	18,4	100	1,5	25,5
			19,5		2,0	17,3	6,0	18,0	100	2,0	24,5
			19,5	100	2,5	16,8	-	-	-	-	-
			18,9		3,0	15,8	-	-	-	-	-
			17,4		3,5	13,7	-	-	-	-	-
			16,5		4,0	12,3	-	-	-	-	-
	40,0	9,5	37,5		1,0	36,3		36,8		1,0	53,5
			37,5		1,5	35,8		36,4		1,5	52,5
			37,5		2,0	35,3		36,0		2,0	51,5
			37,5	30	2,5	34,8	9,5	35,6	30	2,5	50,5
			37,5		3,0	34,3		35,2		3,0	49,5
			37,5		3,5	33,8		34,8		3,5	48,6
			36,7		4,0	32,5		33,6		4,0	46,4

Примечание. В таблице приняты условно следующие размеры: высота подъема аппарата над землей при стрповке за вершину с учетом высоты фундамента и запаса высоты аппарата над фундаментом 0,65м; стрповка аппарата за аппарата за корпус выполняется на расстоянии 2/3 полной высоты аппарата от его основания. Общее значение высоты фундамента, запаса высоты аппарата над фундаментом, высоты аппарата от его основания до точки стрповки и высоты стропа должно быть не более высоты подъема крюка крана.

Таблица 2 Максимальные габариты и масса аппаратов, поднимаемых способом скольжения спаренными кранами без их передвижения.

Марка крана	Длина стрелы, м	ℓк, м	hк, м	Gк, т	Go, т	Ho, м
МКГ -25	12,5	3,8	12	25	45	17,7
	22,5	4,0	22	16	29	37,7
	32,5	5,0	32	10	18	57,7
СКГ-40	15	4,5	14,8	40	72	23,3
	20	6,2	19,7	20	36	33,1
	25	7,4	23,9	15	27	41,5
СКГ-63	15	4,5	15	63	113	23,7
	30	6,0	30	35	63	53,7
	40	7,0	39,8	25	45	73,3
СКГ-100	20	6,0	19,5	100	180	32,7

	40	9,5	9,5	30	54	68,7
--	----	-----	-----	----	----	------

Примечание Диаметры аппаратов не ограничены. В таблице приняты условно следующие размеры: высота подъёма аппарата над землёй при строповке за вершину с учётом высоты фундамента и запаса высоты аппарата над фундаментом 0,65м; монтажные штуцера расположены выше центра тяжести аппарата на 0,5 м; длина стропа 2м. Масса аппарата Go дана для строповки его за монтажные штуцера. В случае применения балансирной траверсы эта масса может соответствовать суммарной грузоподъёмности крана.

Таблица 3. Максимальные габариты и масса аппаратов, поднимаемых способом скольжения спаренными кранами с их передвижением

Марка крана	Длина стрелы, м	l_k , м	hk, м	Gк, т	Go, т	Ho, м
МКГ -25	12,5	4,0	12,0	25/20	30/24	11,7
	22,5	5,2	22,0	11,2/9	13,5/11	26,7
СКГ-40	15	4,5	14,8	40/32	56/45	15,9
	20	5,6	19,7	25/20	35/28	23,2
	25	6,7	23,9	20/16	28/22,4	29,5
СКГ-63	15	5,0	15,0	63/50	88/70	16,2
	25	6,5	24,2	40/32	56/45	30,0
	30	7,0	30,0	35/28	49/39,2	38,7
СКГ-100	20	6,0	19,5	100/80	140/112	23,0
	30	7,0	29,5	63/50,4	88/75,6	38,0

Примечание Диаметры аппаратов не ограничены. В таблице приняты условно следующие размеры: высота подъёма аппарата над землёй с учётом высоты фундамента и запаса высоты аппарата над фундаментом 2,2 м; монтажные штуцера расположены от основания аппарата на расстоянии 2/3 его высоты; длина стропа 2м. Для грузоподъёмности крана Gк и массы поднимаемого оборудования Go в числителе приведены данные при движении кранов с направлением стрел вдоль гусениц, а в знаменателе – поперек гусениц кранов. При вылетах крюков больших, чем указано в таблице, максимальная масса поднимаемого оборудования при любом положении стрел не должна превышать половины паспортной грузоподъёмности кранов на данных вылетах крюков. Передвижение кранов со стрелами длиной больше указанной в таблице, а также кранов с башенно-стреловым оснащением не допускается.

Таблица 4. Максимальные габариты и масса аппаратов, поднимаемых спаренными стреловыми кранами способом поворота вокруг шарнира с дотяжкой.

Марка крана	Длина стрелы, м	Gк, т	hk, м	$l_{k \text{ мин}}$, м	$l_{k \text{ макс}}$, м	Строповка за вершину		Строповка на 2/3 высоты аппарата	
						Go, т	Ho, м	Go, т	Ho, м
МКГ -25	12,5	20,0	11,8	3,8	4,7	80	15,1	53	22,0
	22,5	12,0	21,7	4,0	6,5	48	28,2	32	41,6
	32,5	7,5	31,6	5,0	8,5	30	41,2	20	61,1
СКГ-40	15	29,0	15,0	4,5	5,6	116	18,9	77	27,5
	20	18,5	19,2	6,1	7,6	74	24,7	49	36,3
	25	14,0	24,0	7,3	9,2	56	31,8	37	45,5
СКГ-63	15	55,0	14,7	4,5	5,6	220	18,8	146	27,5
	30	25,0	29,3	6,0	9,0	100	38,2	66	56,6
	40	16,5	39,0	7,0	11,4	66	51,2	44	76,1
СКГ-100	20	69,0	19,1	6,0	7,4	276	24,9	184	36,6
	40	25,0	38,3	9,5	12,9	100	50,1	66	74,4

Примечание В таблице приняты условно следующие размеры: hf = 0,2 м; угол подъёма $\varphi = 50^\circ$, длина стропа 0,3 м.

Таблица 5. Максимальные габариты и масса аппаратов, поднимаемых одним стреловым краном способом поворота вокруг шарнира с дотяжкой.

Марка крана	Длина стрелы, м	Gк, т	hк, м	$\ell_k^{\text{мин}}$ м	$\ell_k^{\text{макс}}$ м	D, м	Строповка за вершину		Строповка на 2/3 высоты аппарата	
							Go, т	Ho, м	Go, т	Ho, м
МКГ - 25	12,5	18	12,0	3,8	4,9	1,0	36	15,1	23	21,9
		21	9,2		4,6	1,5	42	11,1	26	16,0
		21	6,5		4,5	2,0	42	7,4	25	10,4
	22,5	12	20,2	4	6,3	1,0	24	25,7	15,7	37,8
		13	15,3		5,7	1,5	26	19,6	16,7	28,7
		16	11,3		5,2	2,0	32	13,6	20,0	19,7
		16	7,6		4,7	2,5	32	8,4	17,5	11,9
	32,5	6	31,3	4,5	8,8	1,0	14	40,2	8,0	59,6
		7	27,2		8,2	1,5	15	34,5	9,0	51,3
		9	22,6		7,4	2,0	18	28,3	13,0	41,8
		10	17,9		6,7	2,5	20	21,8	12,6	32,0
		10	13,6		6,1	3,0	20	16,0	12,0	23,3
	10	9,3		5,5	3,5	20	10,0	10,0	14,3	
СКГ- 40	15	30	12,2	4,5	5,5	1,0	60	14,9	39,0	21,7
		32	11,0		5,4	1,5	64	13,0	40,0	18,8
		32	10,2		5,3	2,0	64	11,4	38,5	16,4
		32	9,3		5,2	2,5	64	9,8	37,0	14,0
		33	8,5		5,2	3,0	66	8,5	34,5	12,0
		33	7,7		5,2	3,5	66	7,0	-	-
		33	6,9		5,2	4,0	66	5,5	-	-
	20		17,5	6,2	7,5	1,0		21,3	26	32,3
			16,7		7,4	1,5		19,5	26	29,9
			15,7		7,4	2,0		17,7	25	27,3
			14,9		7,3	2,5	40	17,0	25	25,1
			14,1		7,3	3,0		15,8	24	22,7
			13,3		7,3	3,5		13,8	23	20,7
			12,4		7,2	4,0		12,3	22	18,4
	25	14	22,1	7,4	9,0	1,0	28	27,8	18,2	41,0
		14	21,1		9,0	1,5	28	26,1	18,0	38,4
		15	20,3		8,9	2,0	30	24,6	19,0	36,2
		15	19,5		8,9	2,5	30	23,2	19,0	34,0
		15	18,6		8,9	3,0	30	21,6	18,5	31,7
		15	17,8		8,8	3,5	30	20,2	18,5	29,6
		15	16,9		8,8		30	18,6	18,0	27,2
СКГ- 63	15	55	14,3	4,5	5,7	1,0	110	18,7	71	27,3
		53	13,9		5,8	1,5	106	17,6	68	25,7
		52	13,4		5,9	2,0	104	16,9	65	24,6
		50	13,0		7,0	2,5	100	16,1	78	23,4
		52	12,0		5,9	3,0	104	13,7	60	19,9
		55	10,7		5,7	3,5	110	11,6	58	16,7

		56	9,3		5,6		112	9,4	-	-	
	30	25	28,1	6	9,1	1,0	50	36,1	33	53,4	
		25	27,6		9,1	1,5	50	35,1		51,9	
		25	27,2		9,2	2,0	50	34,3		50,7	
		25	25,8		9,1	2,5	50	33,5		49,5	
		26	25,8		9,1	3,0	52	32,0		47,3	
		26	23,9		8,9	3,5	52	29,2		43,1	
		26	22,1		8,6	4,0	52	26,4		38,0	
	40	16,5	38,6	7	11,5	1,0	33	49,2	22	73,1	
		16,5	37,6		11,5	1,5	33	48,2	24	71,6	
		16,5	37,2		11,5	2,0	33	47,2	22	70,1	
		17	34,5		11,2	2,5	34	43,8	24	65,0	
		17	32,1		10,8	3,0	34	40,3	24	58,7	
		19	29,9		10,8	3,5	38	36,8	24	54,5	
		19	27,6		10,2	4,0	38	33,6	24	49,7	
СКГ-100	20	68	18,8	6	7,7	1,0	136	23,8	90	35,0	
			18,4		7,7	1,5				80	33,5
			18,0		7,7	2,0				87	32,3
			17,6		7,7	2,5				85	31,1
			16,6		7,7	3,0				84	28,5
			14,6		7,5	3,5				82	25,2
			13,4		7,4	4,0				77	21
	40	28	9,5	36,8	13,2	1,0	56	47,9	37	71,1	
				36,4	13,2	1,5				37	69,8
				36,0	13,1	2,0				37	68,4
				35,6	13,1	2,5				37	67,0
				35,2	13,1	3,0				36	65,7
				34,8	13,0	3,5				36	64,4
				33,6	13,0	4,0				36	61,8

Таблица 6. Максимальные габариты и масса аппаратов, поднимаемых спаренными стреловыми кранами со стрелами, соединенными ригелем

Марка крана	Длина стрелы, м	ℓк, м	hк, м	Gк, т	hо, м	Go, т
МКГ -25	12,5	4	12,0	25,0	50,0	12,4
		5	11,4	24,0	48,0	11,8
		8	10,5	22,5	45,0	10,9
		10	9,0	21,0	42,0	9,4
		12	7,0	19,7	39,4	7,4
	17,5	4,5	17,0	25,0	50,0	17,4
		6,0	16,6	25,0	50,0	17,0
		8,0	16,0	23,0	46,0	16,4
		10,0	15,0	22,0	44,0	15,4
		12,7	13,7	20,5	41,0	14,1
		15,5	-	19,7	39,4	-
	22,5	5,2	22,0	22,0	44	22,4
		8,0	21,2	21,5	43	21,6
		10,0	20,5	20,5	41	20,9
		12,0	19,7	20,5	41	20,1
		14,0	18,5	19,5	39	18,9
		18,9	-	16,5	33	-
	27,5	6	27,0	17,7	35,4	27,4
		8	26,3	17,2	34,4	26,7
		10	25,7	16,7	33,4	26,1
		12	25,2	15,7	31,4	25,6

		15	23,7	13,0	26,0	24,1
СКГ-40	15	5,0	14,5	49,0	98	14,9
		5,5	14,5	49,0	98	14,9
		6,0	14,3	48,5	97	14,7
		7,0	14,0	47,5	95	14,4
		8,0	13,5	46,5	93	13,9
		10,0	12,5	43,5	87	12,9
		12,0	10,7	39,0	78	11,1
	20	6,6	19,0	41,0	82	19,4
		8,0	18,9	40,5	81	19,3
		10,0	18,1	39,0	78	18,5
		12,0	17,0	37,5	75	17,4
		14,0	15,6	35,0	70	16,0
		16,0	13,7	31,5	63	14,1
	25	18,0	11,2	27,0	54	11,6
		8	23,6	28,5	57	24,0
		10	23,1	28,0	56	23,5
		13	22,0	26,5	53	22,4
		16	20,4	25,0	50	20,8
19		17,5	22,5	45	17,9	
СКГ-63А	15	21	15,6	20,0	40	16,0
		5	15,0	63	126	15,4
		6	14,6	60	120	15,0
		7	14,3	56	112	14,7
		8	14,0	53	106	14,4
		9	13,5	50	100	13,9
	25	10	13,0	48	96	13,4
		12	11,4	45	90	11,9
		7	24,2	55	110	24,6
		8	23,9	52	104	24,3
		9	23,7	49	98	24,1
		10	23,4	46	92	23,8
	35	11	23,1	44	88	23,5
		12	22,7	42	84	23,1
		14	21,7	40	80	22,1
		8	34,2	50	100	34,6
		9	33,7	48	96	34,1
		10	33,6	46	92	34,0
		11	33,0	44	88	33,7
		12	32,0	42	84	33,4
		15	31,2	41	82	32,4
		17		40	80	31,6

Примечание В таблице приняты условно следующие размеры: l_k – вылет крюка; h_k – высота подъема крюка крана; G_k – грузоподъемность крана; G_0 – полная расчётная масса оборудования; H_0 – высота аппарата, включая высоту фундамента с запасом высоты поднятого аппарата над фундаментом, равную 0,6 м. Диаметр аппарата ограничен длиной ригеля.

Подъем оборудования стреловыми кранами методом скольжения без отрыва от земли.

Существует несколько схем подъема оборудования скольжением самоходными стреловыми кранами со строповкой за вершину или корпус оборудования:

- подъем одним краном.(рис. 3, а, б);
- подъем спаренными кранами без их передвижения (рис. 3, в, г, д);
- подъем спаренными кранами с их передвижением (рис, 3, е, ж, з).

Выбор кранов и расчет такелажной оснастки (рис. 4).

1. Определяют требуемую грузоподъемность (T) монтажного крана (рис. 4):

$$G_{к.тр.} \geq G_0 / n_k$$

где G_0 — масса оборудования, T ; n_k — количество кранов, участвующих в подъеме оборудования; при использовании кранов разной грузоподъемности применяется равноплечая балансирующая траверса и определяется нагрузка на каждый кран.

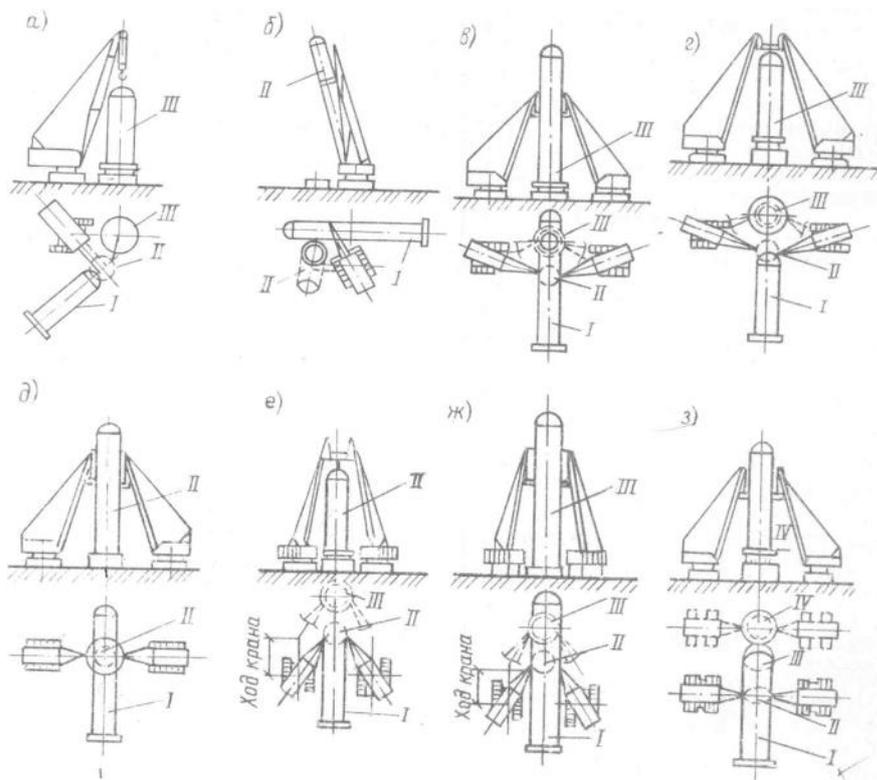


Рисунок 3. Схемы подъема аппаратов кранами методом скольжения I, II, III, IV — положения аппаратов в процессе подъема

Определяют требуемую грузоподъемность (T) монтажного крана:

$$G_{к.тр.} \geq G_0 / n_k$$

где G_0 — масса оборудования, T ; n_k — количество кранов, участвующих в подъеме оборудования; при использовании кранов разной грузоподъемности

применяется равноплечая балансирующая траверса и определяется нагрузка на каждый кран.

Находят необходимую высоту подъема крюков кранов (m) для установки оборудования на фундамент:

$$h_k = h_{\phi} + h_0 + h_c$$

где h_{ϕ} — высота фундамента, м; h_0 — высота оборудования от основания до места строповки, м (величину h_0 назначают); h_c — высота стропа, м (величиной h_c задаются).

3. Выбирают монтажные краны. Применяя первый способ выбора крана, используют расчетные данные $G_{тр}$ и h_k ; если используют второй способ, то ориентируются на массу, высоту и поперечные размеры поднимаемого оборудования без расчета $G_{тр}$ и h_k , используя приложение в справочных таблицах или каталог по кранам.

Вычерчивают монтажную схему в масштабе, и убеждаются в возможности размещения поднятого над фундаментом аппарата в подстреловом пространстве крана.

5. Подсчитывают усилие для перемещения опорной части оборудования к фундаменту (кН):

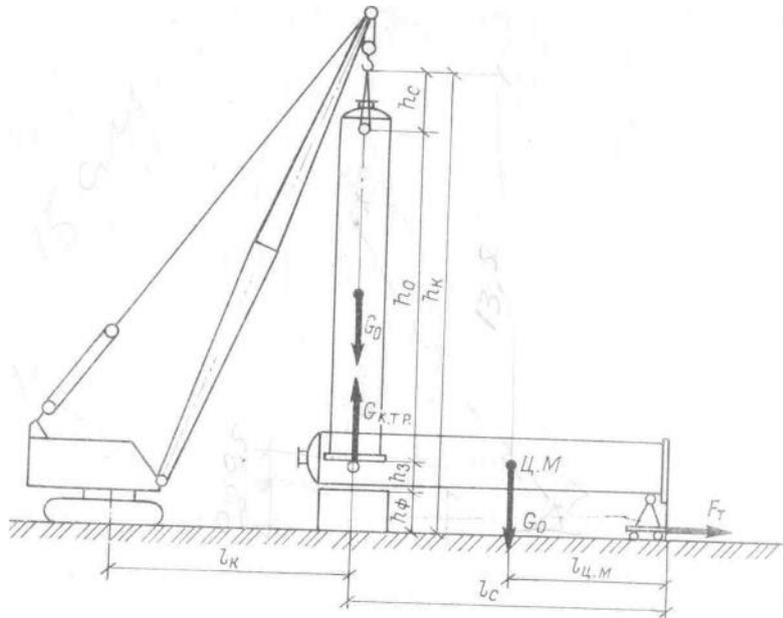


Рисунок 4. Расчетная схема подъема аппарата стреловым краном методом скольжения.

$$F_T = 10 G_0 f (1 + l_{ц.м} / l_c),$$

где f — коэффициент трения между саними или тележкой, на которые опирается основание оборудования, и опорной поверхностью (для тележки по рельсовым путям $f = 0,02$, для саней f определяется по прилож. XVIII*); $l_{ц.м}$ — расстояние центра массы оборудования от его основания, м; l_c — расстояние от основания оборудования до места строповки, м (величиной l_c задаются).

6. По усилию F_T рассчитывают подтягивающую систему — канат или полиспаст, лебедку или трактор, используя при этом соответствующие параграфы и приложения.

7. По усилию $P = 10G_0$ (кН) рассчитывают строп, соединяющий оборудование с крюком крана. При использовании парных кранов рассчитывают балансирующую траверсу.

При подъеме оборудования одним краном со строповкой за его образующую расчет такелажной оснастки продолжается следующим образом (рис.5).

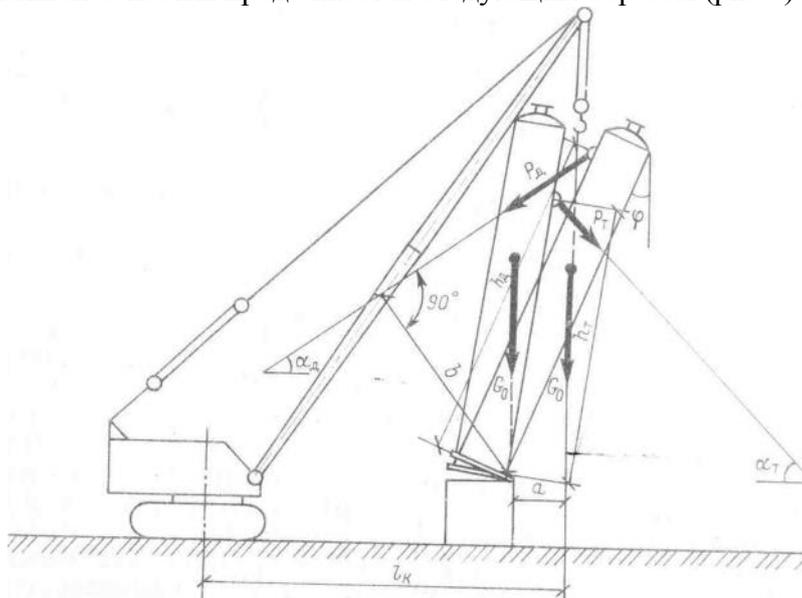


Рисунок 5. Расчетная схема подъема аппарата стреловым краном методом скольжения со строповкой за корпус

8. Определяют усилие (кН) для доводки оборудования из наклонного положения при его опирании на фундамент до нейтрального:

$$P_D = 10G_0 a / B,$$

где **a** и **B** — плечи соответственно опрокидывающего и удерживающего моментов, м (получают путем построения монтажной схемы в масштабе, задаваясь углом наклона тянущей системы к горизонту α_d и высотой крепления ее к оборудованию **h_d**).

При построении монтажной схемы угол наклона оборудования к вертикали ϕ назначают, не более 15° .

9. По усилию **P_D** рассчитывают систему доводки — канат или полиспаст и якорь, подбирают лебедку (прилож. VII* справочных таблиц).

10. При переводе оборудования из нейтрального в проектное положение подсчитывают усилие в тормозной оттяжке (кН):

$$P_T = 10G_0 0,6D / (h_T \cos \alpha_T),$$

где **D** — поперечный размер поднимаемого оборудования, м (для цилиндрических аппаратов — их диаметр); **h_T** — расстояние от основания оборудования до места крепления тормозной оттяжки, м; **α_T** — угол наклона тормозной оттяжки к горизонту (величиной α_T задаются).

11. По усилию **P_T** рассчитывают канат для тормозной оттяжки и якорь, подбирают лебедку (прилож. VII* справочных таблиц).

Ниже приводятся два примера на выбор кранов и расчет такелажной оснастки: первый — для строповки аппарата за вершину с выбором крана по графикам грузовысотных характеристик, второй — для строповки аппарата за образующую с выбором крана по таблицам.

Пример. Подобрать кран и рассчитать такелажную оснастку для подъема аппарата колонного типа в проектное вертикальное положение. Масса аппарата G_0 — 32 т; высота H_0 — 25 м; диаметр D — 2,5 м; расстояние от центра массы аппарата до его основания $\ell_{ц.м} = 12$ м. Высота фундамента $h_\phi = 0,5$ м.

Решение 1. Принимаем решение — подъем аппарата выполнять методом скольжения с отрывом от земли одним стреловым краном со строповкой за вершину аппарата.

2. Определяем требуемую грузоподъемность монтажного крана: $G_{к.т.р} = G_0 / n_k = 32 / 1 = 32$ т. ,

3. Находим необходимую высоту подъема крюка крана, назначая высоту стропа $h_c = 2$ м:
 $h_k = h_\phi + h_3 + h_0 + h_c = 0,5 + 0,5 + 25 + 2 = 28$ м.

4. Принимая первый способ выбора кранов — по графику грузовысотных характеристик (прилож. IX справочных таблиц), — выбираем кран типа СКГ-63 с длиной стрелы 30 м. При вылете крюка

$\ell_k = 6$ м кран имеет грузоподъемность $G_k = 35$ т и высоту подъема крюка $h_k = 29$ м, что обеспечивает подъем и установку данного аппарата на фундамент.

5. Вычерчиваем монтажную схему в масштабе и убеждаемся в возможности размещения поднятого над фундаментом аппарата в подстреловом пространстве крана.

6. Подсчитываем усилие для подтаскивания опорной части аппарата к фундаменту на металлических санях по направляющим швеллерам со смазкой определив по приложению

XVIII *справочных таблиц $f = 0,1$:

$$F_T = 10 G_0 f (1 + \ell_{ц.м} / \ell_c) = 10 \cdot 32 \cdot 0,1 (1 + 12 / 25) = 47,4 \text{ кН.}$$

7. По усилию F_T рассчитываем тяговый канат и по прилож. VII* подбираем электролебедку типа ЛМ-5М с тяговым усилием 50 кН.

8. По усилию на крюке крана $P = 10G_0 = 10 \cdot 32 = 320$ кН рассчитываем канат для стропа, задаваясь количеством ветвей и углом наклона их к вертикали

Пример. Подобрать монтажный кран и рассчитать такелажную оснастку для подъема аппарата колонного типа в проектное вертикальное положение. Масса аппарата G_0 — 92 т; высота H_0 — 24 м; диаметр $D = 1,8$ м; расстояние центра массы от основания $l_{ц.м} = 10$ м. Высота фундамента $h_{ф}$ — 0,3 м.

Решение 1. Выбираем для подъема аппарата метод скольжения с отрывом от земли одним стреловым краном со строповкой за образующую на высоте $2/3$ от основания.

2. Вычерчиваем схему подъема в масштабе, назначая угол наклона поднятого над фундаментом аппарата $\varphi = 8^\circ$, что меньше предельно рекомендуемого $\varphi = 15^\circ$.

3. Используя табл. 19*, выбираем кран типа СКГ-100 со стрелой длиной 20 м. При вылете крюка

$l_k = 6$ м этим краном можно поднимать аппарат массой 100 т, высотой 24,5 м при диаметре 2 м. Выбранный кран удовлетворяет условиям подъема колонны заданных габаритов и массы.

4. Определяем усилие для перемещения опорной части колонны к фундаменту на тележке по рельсовым путям:

$$F_T = 10 G_0 f (1 + l_{ц.м}/l_c) = 10 \cdot 92 \cdot 0,02 (1 + 10/16) = 29,9 \text{ кН, где } l_c = 2H_0/3 = 2 \cdot 24/3 = 16 \text{ м.}$$

5. По усилию F_T рассчитываем тяговый канат (см. и по прилож. VII* справочных таблиц подбираем электролебедку типа Л-3-50 с тяговым усилием 30 кН.

6. По усилию на крюке крана $P = 10G_0 = 10 \cdot 92 = 920$ кН рассчитываем канат для стропа, задаваясь количеством ветвей и углом их наклона к вертикали.

7. Определяем усилие для доводки колонны из наклонного положения с углом $\varphi = 8^\circ$ до нейтрального, найдя плечи $b = 12$ м и $a = 1$ м графически, задавшись углом наклона дотягивающей системы $\alpha_d = 45^\circ$ и высотой крепления ее к колонне $h_d = 20$ м:

$$P_d = 10G_0 a/b = 10 \cdot 92 \cdot 1/12 = 76,7 \text{ кН.}$$

8. По усилию P_d рассчитываем тяговый канат, подбираем по прилож. VII* справочных таблиц электролебедку типа ЛМ-8 с тяговым усилием 80 кН, рассчитываем узел крепления лебедки.

9. Находим усилие в тормозной оттяжке для посадки аппарата из нейтрального положения в проектное вертикальное, задаваясь высотой крепления оттяжки к аппарату $h_T = 20$ м и углом наклона ее к горизонту $\alpha_T = 45^\circ$

$$P_T = 10G_0 0,6D/(h_T \cos \alpha_T) = 10 \cdot 92 \cdot 0,6 \cdot 1,8/(20 \cdot 0,707) = 70,3 \text{ кН.}$$

10. По усилию P_T рассчитываем тормозной канат и подбираем по прилож. VII* справочных таблиц электролебедку типа 114-ТЯ с тяговым усилием 75 кН.

Расчёт при подъёме краном с расчлененной стрелой

1. Вычерчивают в масштабе (например, 1: 100) схему выбранного крана с необходимой длиной стрелы и вылетом крюка, соответствующим условиям подъема оборудования. (рис.6)

При построении следует придерживаться габаритных размеров кранов, указанных в прилож. VIII*.

2. Определяют нагрузку (кН), действующую на оголовок стрелы крана, соответствующую паспортной грузоподъемности: $P_1 = 10 G_{II} + 10 \cdot 0,7 G_c$,

где G_{II} — паспортная грузоподъемность крана, т, на данном вылете крюка; **0,7** — коэффициент, учитывающий половину массы стрелы с полиспастом основного подъема; G_c — масса стрелы крана, т (определяется по паспорту крана).

3. Откладывают нагрузку P_1 от оголовка стрелы вертикально вниз в виде вектора в выбранном масштабе сил (например, 1 см соответствует 20 кН).

4. Подсчитав усилие в сбегающей ветви полиспаста основного подъема $S_{П1}$ (кН) для данного вылета крюка, откладывают его в том же масштабе в виде вектора от конца вектора P_1 параллельно оси стрелы.

Из конца вектора $S_{П1}$ параллельно линии действия стрелового полиспаста проводят прямую до пересечения с осью стрелы. Полученный вектор P_c характеризует усилие в стреловом полиспасте, а вектор P_c , направленный по оси стрелы, является суммарным сжимающим усилием в стреле, соответствующим паспортной грузоподъемности крана.

Определяют нагрузку (кН), действующую на оголовок стрелы крана при подъеме заданного груза, превышающего паспортную грузоподъемность крана на данном вылете:

$$P_2 = 10 G_0 + 10 \cdot 0,7 G_c,$$

где G_0 — масса поднимаемого оборудования, т.

От оголовка стрелы крана откладывают нагрузку P_2 в виде вектора в выбранном масштабе сил.

8. Из конца вектора P_2 параллельно оси стрелы откладывают вектор $S_{П2}$, соответствующий усилию в сбегающей ветви полиспаста основного подъема, величину которого рассчитывают с учетом массы поднимаемого оборудования.

Из конца вектора $S_{П2}$ проводят прямую до конца вектора P_c . Эта прямая определяет направление и величину усилия (кН) во временной расчалке P_p . Угол β между стрелой и расчалкой является минимальным при подъеме оборудования заданной массы, превышающей паспортную грузоподъемность крана. При желании этот угол может быть увеличен, что обеспечит снижение нагрузки, действующей по оси стрелы, и улучшит условия устойчивости крана. Если сжимающее усилие в расчаленной стреле превысит усилие, соответствующее нормальному использованию крана, то необходимо проверить стрелу расчетом на устойчивость.

Используя величину усилия в расчалке P_p , рассчитывают расчаливающую систему — канаты, полиспасты и якоря. Коэффициент запаса прочности при расчете расчалок берут $K_3 = 3,5$, а стропов, соединяющих отдельные элементы системы,

$k_3 = 6$. При расчете системы расчаливания необходимо иметь в виду следующие положения:

1) для одноветвевой расчалки и ветви расчалки при маневренном расчаливании крана расчетным является ранее найденное усилие P_p с учетом того, что при маневренном расчаливании берется наихудший вариант работы ветвей, при котором ось стрелы, одна из ветвей расчалки и полиспаст, соединяющий оголовок стрелы с ветвями расчалки, окажутся лежащими в одной вертикальной плоскости. В этом случае полиспаст и ветвь расчалки, лежащие на одной прямой, примут на себя полную нагрузку P_p ;

2) для двухветвевой расчалки с неповоротной платформой крана расчетное усилие для каждой ветви определяют графически как сторону параллелограмма, построенного на направлениях ветвей с диагональю, соответствующей величине расчетного усилия P_p , или аналитически по формуле

$P_v = P_p / (2 \cos \omega)$, где ω — угол между ветвями расчалки, принимаемый в пределах 10—30°.

Определяют длину расчалки (м):
для одноветвевой расчалки

$$l_{p1} = \kappa [(l \cos \gamma + B) / \cos (\gamma + \beta)] + l_3$$

для двухветвевой расчалки

$$l_{p2} = 2\kappa [(l \cos \gamma + B) / \cos (\gamma + \beta) \cos(\omega/2)] + l_3$$

где κ — количество ниток каната в ветви расчалки; l — длина стрелы крана, м; B — отметка пяты стрелы, м (выбирается из паспорта крана или прилож. VIII*); l_3 — запас длины каната на привязку расчалки, принимаемый 5—10 м; γ — угол между стрелой и грузовым полиспастом, получаемый графически или из табл. 7 при минимальных вылетах крюка.

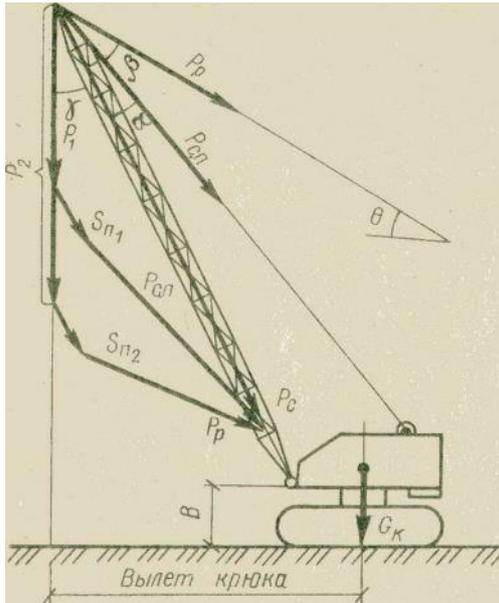


Рисунок 6

Т а б л и ц а 7. Значения углов α и γ между стрелой и грузовым и стреловым полиспастами при минимальных вылетах крюка

Модель крана	Длина стрелы, м	Угол α град	Угол γ град	Масса крана G, т
МКГ-20	12,5	30	9	36,5
	22,5	18	9	
	32,5	12	9	
МКГ-25	12,5	37	6	38
	17,5	20	6	
	22,5	16	6	

	27,5	11	6	
	32,5	9	6	
CKГ-30	15,0	15	15	61,4
	20,0	10	15	
	25,0	10	15	
CKГ-40	15,0	17,5	12,5	58
	20,0	11,0	12,5	
	25,0	9,0	12,5	
CKГ-50	15,0	30,0	12,0	89,6
	30,0	16,0	12,0	
	40,0	12,0	12,0	
CKГ-63	15,0	25,0	10,0	87,2
	30,0	14,0	10,0	
	40,0	10,0	10,0	
К-201	12,5	12,0	12,0	—
	25,0	9,0	12,0	
	35,0	7,0	12,0	
Э-1252	12,5	15,0	13,0	38,4
	20,0	13,0	13,0	
	25,0	7,0	13,0	
	30,0	5,0	13,0	
CKГ-100	20,0	28,0	12,0	132,5
	30,0	16,0	12,0	
	35,0	13,0	12,0	
К-252	15,0	14,0	12,0	44,5
	25,0	8,0	12,0	
	10,0	22,0,	14,0	

К-161	15,0	15,0	14,0	23,7
	20,0	11,0	14,0	
	25,0	8,0	14,0	

12 Проверяют устойчивость крана от сдвига горизонтальной составляющей усилия в расчалке. Для этого подсчитывают необходимый коэффициент сцепления между колесами или гусеницами крана и опорной поверхностью. Этот коэффициент не должен превышать предельного значения для данной категории грунта:

$$\varphi_c = K_{3y} (P_c \sin \gamma) / (10 G_k + P_c \cos \gamma) < [\varphi_c]$$

где K_{3y} - коэффициент запаса устойчивости: $K_{3y} = 2$; G_k – масса крана, т (определяется по прилож. VIII или по паспорту крана); $[\varphi_c]$ – коэффициент сцепления между колёсами или гусеницами крана и опорной поверхностью (принимается по табл 33*).

13. По массе поднимаемого оборудования рассчитывают стропы

Пример Рассчитать такелажную оснастку для расчаливания стрелы крана типа СКГ-40 с длиной стрелы $\ell = 25$ м для аппарата массой $G_0 = 27$ т при вылете крюка крана $\ell_k = 8$ м и паспортной грузоподъемности крана $G_{II} = 17$ т.

Решение 1. Вычерчиваем аналогично рис. 52 в масштабе 1 : 100 схему крана с заданными вылетом крюка и длиной стрелы, определив по прилож. VIII* габаритные размеры крана СКГ-40.

2 Определяем нагрузку, действующую на оголовок стрелы, для паспортной грузоподъемности крана:

$$P_1 = 10 G_{II} + 10 \cdot 0,7 G_C = 10 \cdot 17 + 10 \cdot 0,7 \cdot 4,6 = 201,5 \text{ кН.}$$

3. Откладываем нагрузку P_1 от оголовка стрелы вертикально вниз, выбирая масштаб 40 кН в 1 см.

4 Находим усилие в сбегающей ветви грузового полиспаста основного подъема :

$$S_{II} = 10 G_{II} / (m\eta) = 10 \cdot 17 / (8 - 0,85) = 25 \text{ кН.}$$

5. Откладываем S_{II} в виде вектора от конца вектора P_1 параллельно оси стрелы.

6. Из конца вектора S_{II} параллельно стреловому полиспасту проводим прямую до пересечения с осью стрелы. Полученный вектор P_c соответствует сжимающему усилию в стреле при паспортной грузоподъемности. Замеряем вектор P_c и, умножив его длину в сантиметрах на выбранный масштаб сил, получаем сжимающее усилие в стреле $P_c \cdot 40 = 14,5 \cdot 40 = 580 \text{ кН.}$

7 Определяем нагрузку, действующую на оголовок стрелы при подъеме оборудования:

$$P_2 = 10 G_0 + 10 \cdot 0,7 G_C = 10 \cdot 27 + 10 \cdot 0,7 \cdot 4,5 = 301,5 \text{ кН.}$$

Откладываем усилие P_2 в виде вектора от оголовка стрелы вертикально вниз в выбранном масштабе сил.

9 Находим усилие в сбегающей ветви полиспаста основного подъема с учетом массы оборудования:

$$S_{II} = 10 G_0 / (m\eta) = 10 \cdot 27 / (8 - 0,85) = 39,7 \text{ кН.}$$

10. Откладываем его от конца вектора P_2 параллельно оси стрелы. Масса оборудования меньше, чем максимальная грузоподъемность крана $G_k = 40$ т, поэтому в полиспаст основного подъема дополнительные ролики не устанавливаем.

11. Конец вектора S_{12} соединяем с концом вектора P_c . Полученный вектор P_p определяет величину и направление усилия во временной расчалке. Замерив вектор P_p и умножив его длину на выбранный масштаб сил, получаем усилие в расчалке

$$P_p \cdot 40 = 5,6 \cdot 40 = 224 \text{ кН.}$$

Полученный графически угол между осью стрелы и расчалкой $\beta = 20^\circ$ является минимальным, при котором сжимающее усилие в стреле не превышает усилия, соответствующего паспортной грузоподъемности при данных длине стрелы и вылете крюка.

12. Выбираем двухветвевую расчалку с углом между ветвями $\omega = 30^\circ$ и определяем усилие в каждой ветви:

$$P_v = P_p / (2 \cos \omega) = 224 / (2 \cdot 0,866) = 129 \text{ кН.}$$

13. По усилию P_v рассчитываем канат для ветвей расчалки и якорь.

14. Определяем общую длину каната для двухветвевой расчалки, найдя графически угол $\gamma = 13^\circ$ и размер B по прилож. VIII*:

$$\ell_{p2} = 2k [(\ell \cos \gamma + B) / \cos (\gamma + \beta) \cos (\omega/2)] + \ell_3 = 2 \cdot 1 [(25 \cdot 0,974 + 1,6) / (0,839 \cdot 0,966)] + 10 = 82 \text{ м}$$

15. Проверяем устойчивость крана от сдвига по сухому глинистому грунту, определив по прилож. VIII массу крана $G_k = 58$ т:

$$\phi_c = K_{3y} (P_c \sin \gamma) / (10G_k + P_c \cos \gamma) = 2 \cdot 580 \cdot 0,225 / (10 \cdot 58 + 580 \cdot 0,974) = 0,23 < [\phi_c] = 0,85.$$

Кран устойчив от сдвига и дополнительного крепления не требует.

16. По массе аппарата G_0 рассчитываем стропы.

Подбор основных такелажных средств при подъёме кранами, соединёнными ригелем

1. Определяют расчетную массу поднимаемого оборудования (t), приходящуюся на каждый кран:

$$G_0 = G_0 \setminus 2$$

где G_0 — масса поднимаемого оборудования, т.

2. Находят необходимую высоту подъема крюков кранов (m) с учетом размещения поднятого оборудования под ригелем:

$$h_k = h_\phi + h_3 + h_o + h_c$$

где h_ϕ — высота фундамента, м; h_3 — запас высоты поднятого оборудования над фундаментом, м; h_c — высота строповки поднимаемого оборудования, м; h_c — высота стропов, м; величинами h_3 , h_o , h_c задаются.

. Подбирают модель кранов со стреловым оснащением, соответствующим габаритам и массе поднимаемого оборудования, используя данные табл. 24* или справочника по кранам.

4. Находят сжимающее усилие P_p , действующее на ригель (кН). Это усилие может быть определено:

1) графически (см. рис. 53); при этом величина усилия P_p , умножается на коэффициенты перегрузки K_n и динамичности K_d равные 1,1, и коэффициент неравномерности K_n , принимаемый при использовании балансирной траверсы равным 1,1, а при строповке оборудования без балансирной траверсы — 1,2;

2) аналитически по формуле

$$P_p = 10 G_p K_n K_d K_n \operatorname{tg} \gamma$$

где γ — угол наклона стрелы к вертикали (определяется графически)

По усилию P_p рассчитывают сечение стальной трубы для ригеля с учетом его длины, которая диктуется поперечными размерами поднимаемого оборудования. Расчет ригеля ведется аналогично расчету стержня, работающего на продольное сжатие.

Определяют усилие (кН) для подтаскивания опорной части оборудования к фундаменту при подъеме его методом скольжения для обеспечения вертикальности грузовых полиспадов кранов:

$$F_T = 10 G_o (1 - l_{ц.м} / l_c) f$$

где $l_{ц.м}$ — расстояние от центра массы оборудования до его опоры, м; l_c — расстояние от места строповки оборудования до его опоры, м; $l_c = H_o$; f — коэффициент трения между санями или тележкой и опорной поверхностью (для тележки при движении ее по рельсовым путям $f = 0,02$, для саней определяют по приложению XVIII*).

7. По усилию F_T рассчитывают тяговый канат или полиспаст и подбирают лебедку по прилож. VII*.

8. По усилию G_p рассчитывают стропы.

Пример. Подобрать краны и рассчитать такелажную оснастку для подъема аппарата колонного типа массой $G_o = 96$ т, высотой $H_o = 23$ м, диаметром $D = 2,5$ м; расстояние от центра массы до основания $l_{ц.м} = 11$ м, высота фундамента $h_\phi = 0,3$ м.

Решение. 1. Определяем расчетную массу поднимаемого аппарата, приходящуюся на каждый кран:

$$G_o = G_o / 2 = 96 / 2 = 48 \text{ т.}$$

2. Находим необходимую высоту подъема крюков кранов, задавшись размерами $h_3 = 0,3$ м, $h_o = 20$ м, $h_c = 1$ м:

$$h_k = h_\phi + h_3 + h_o + h_c = 0,3 + 0,3 + 20 + 1 = 21,6 \text{ м.}$$

3. По табл. 24 подбираем краны типа СКГ-63 с длиной стрелы $l = 25$ м. При вылете крюка $l_k = 7$ м каждый кран имеет грузоподъемность $G = 55$ т и высоту подъема крюка

$$h_k = 24,2 \text{ м;}$$

При этих параметрах кранов возможен подъем оборудования массой до 110 т и высотой до 24,6 м, что превышает соответствующие характеристики заданного аппарата.

4. Находим сжимающее усилие, действующее на ригель, соединяющий оголовки стрел кранов:

$$P_p = 10 G_p K_n K_d K_n \operatorname{tg} \gamma = 10 \cdot 48 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 1,2 \cdot 0,176 = 122,7 \text{ кН,}$$

где $\gamma = 0^\circ$ (определяем графически в зависимости от длины стрелы и вылета крюка крана; K_n — коэффициент неравномерности при подъеме аппарата без балансирной траверсы:

$$K_n = 1,2.$$

5. По усилию P_p рассчитываем сечение стальной трубы для ригеля, принимая его длину $P_p = 4$ и исходя из диаметра колонны. Этот расчет выполняем в следующем порядке: определяем требуемую площадь сечения стальной трубы

$$F_{тр} = P_p / (\varphi \cdot m \cdot R) = 122,7 / (0,4 \cdot 0,9 \cdot 0,1 \cdot 210) = 16,2 \text{ см}^2;$$

по прилрж. V* подбираем стальную трубу размером 108/6 мм с площадью сечения $F_{тр} = 19,2$ см² и радиусом инерции $r_T = 3,62$ см; находим гибкость ригеля

$$\lambda = l_p / r_T = 400 / 3,62 = 110 < [\lambda_p] = 180;$$

по прилож. XV* находим коэффициент продольного изгиба ригеля $\Phi = 0,52$; проверяем выбранное сечение трубы для ригеля на устойчивость по формуле

$$P_p / (\Phi \cdot F_{тр}) \leq mR$$

$$122,7 / (19,2 \cdot 0,52) = 12,3 \text{ кН/см}^2 = 123 \text{ МПа} < 0,85 \cdot 210 = 178,5 \text{ МПа}.$$

6. Определяем усилие для подтаскивания опорной части колонны к фундаменту при подъеме ее методом скольжения на тележке по рельсовым путям:

$$F_T = 10 G_o (1 - \ell_{ц.м} / \ell_c) f = 10 \cdot 96 (1 + 1/20) 0,02 = 29,8 \text{ кН}.$$

7. По усилию F_T рассчитываем тяговый канат и подбираем лебедку (см. прилож. VII*).

8. По усилию G_p рассчитываем стропы.

Проверочный расчет устойчивости крана от опрокидывания.

Данный расчет необходим для того, что бы убедиться в надежности работы крана с точки зрения возможности его опрокидывания от действия поднимаемого груза. В основу положена упрощенная методика расчета, которая предполагает ряд допущений, а именно:

на кран действуют только две силы: масса поднимаемого груза (G_o) и собственная масса ($G_{кр}$);

линия действия сосредоточенного усилия от массы крана совпадает с осью опорно-поворотной платформы крана;

поверхность, на которую установлен кран идеально ровная, т.е. уклон равен нулю.

При таких условиях расчет сводится к определению 2-х моментов опрокидывающего и удерживающего (восстанавливающего), и нахождению их соотношению.

1 Определяем удерживающий момент:

$$M_{уд} = 10 \cdot Q \cdot E; \text{ (кН)}$$

где $M_{уд}$ - удерживающий момент, создаваемый массой крана и противовеса

E – конструктивный размер (определяется по прилож. VIII* или по паспорту крана)

2 Определяем опрокидывающий момент:

$$M_{опр} = 10 \cdot G_o (L_{кр} - E); \text{ (кН)}$$

где $M_{опр}$ - опрокидывающий момент, создаваемый поднимаемым грузом при отрыве груза от земли,

$L_{кр}$ - вылет крюка (определяется по прилож. VIII, по грузовысотным характеристикам крана)

3 Определяем устойчивость крана согласно требованиям:

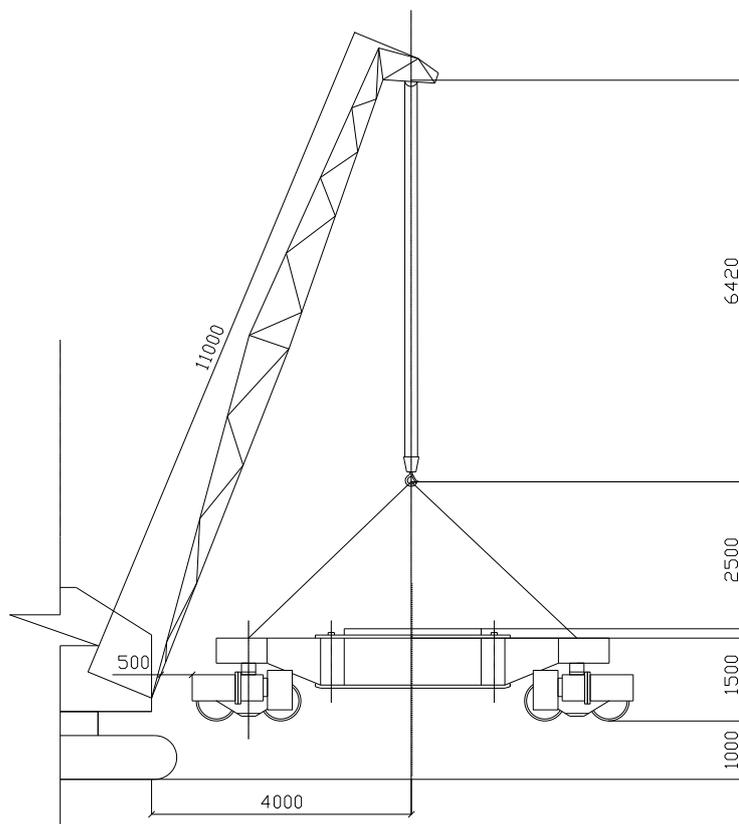
Условия устойчивости крана:

$$M_{уд} / M_{опр} > 1,4$$

Проверка возможного «подрезания» стрелы крана при подъеме груза.

Самым простым способом проверки подрезания стрелы является графический способ. В этом случае вычерчивается стрела крана в масштабе при данном вылете крюка и груз под стреловом пространстве, с учетом минимального расстояния безопасности от края груза до стрелы (0,5 м). В данном случае необходимо знать ещё ширину стрелы, условно её можно принять равной 1 – 2 м, после того как будет груз в максимальном поднятом положении и стрела крана при данном вылете крюка, то станет наглядно видно, подрезается стрела грузом или нет. По выше вычисленным значениям моментов опрокидывания и удержания делаем вывод, данный кран подходит для подъёма груза.

Проверка на возможное «подрезание» стрелы



МАСШТАБ 1:100

Расчет и подбор полиспастов.

1. Определяют усилие (кН), действующее на крюке подвижного блока полиспаста: при подъеме груза

$$P_{п} = 10G_0 + 10G_з,$$

где G_0 — масса поднимаемого груза, т; $G_з$ — масса захватного устройства (траверсы), т; при работе полиспаста в горизонтальном или наклонном положении (рис. 9)

$$P_{п} = P_p$$

где P_p — расчетное усилие, действующее на полиспаст при натяжении грузовых и тяговых канатов, оттяжек и вант, кН.

2. Находят усилие (кН), действующее на неподвижный блок полиспаста: при направлении сбегавшей ветви с неподвижного блока (рис. 8, а; 9, а)

$$P_{н} = (1,07 \text{ ---- } 1,2) P_p$$

где величина коэффициента, учитывающего дополнительную нагрузку от усилия в сбегавшей ветви полиспаста и масс подвижного блока и рабочих нитей полиспаста, назначается исходя из следующих данных:

Грузоподъемность Полиспата, т	До 30	От 30 до 50	От 50 до 200	Более 200
Коэффициент	1,2	1,15	1,1	1,07

при направлении сбегающей ветви с подвижного блока (рис. 8, б; 9, б)

$$P_H = P_{II} - S_{II}$$

где S_{II} — усилие в сбегающей ветви полиспата, кН; назначается ориентировочно в зависимости от грузоподъемности полиспатов:

до 50 т $S_{II} = 0,15 P_{II}$

от 50 до 150 т $S_{II} = 0,1 P_{II}$

более 150 т $S_{II} = 0,08 P_{II}$

3. Исходя из усилий P_{II} и P_H подбирают подвижный и неподвижный блоки, определяя по прилож. VI* их технические данные: грузоподъемность, количество и диаметр роликов, массу, а также длину полиспата в стянутом виде. Практически можно взять оба блока с одинаковыми характеристиками, подобрав их по наибольшему усилию.

4. Находят усилие (кН) в сбегающей ветви полиспата, являющееся наибольшим:

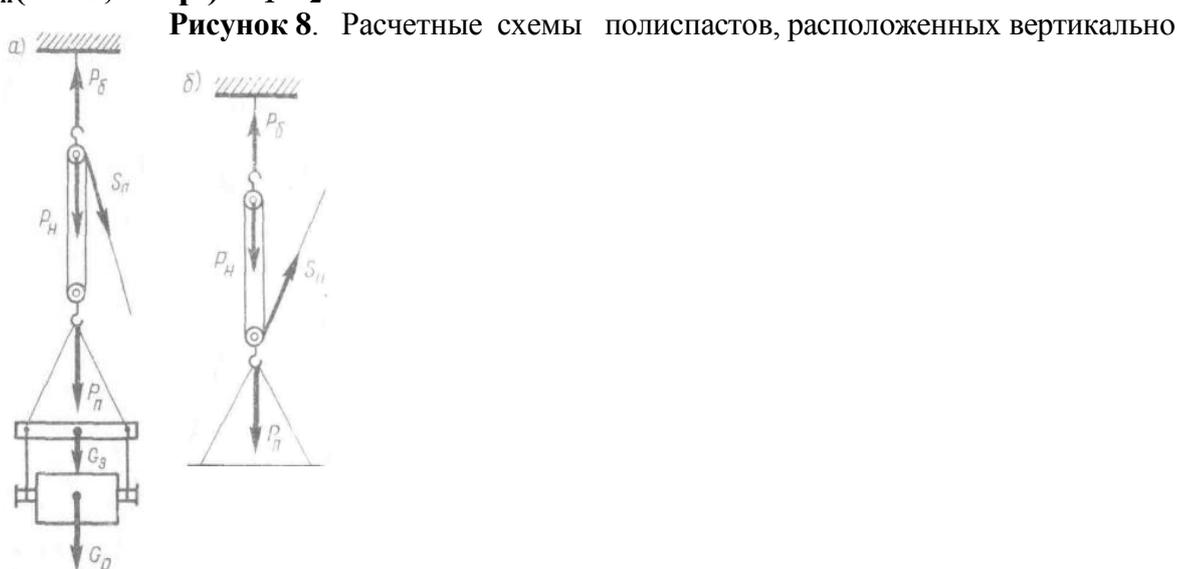
$$S_{II} = P_{II} / (m_{II} \eta)$$

где m_{II} — общее количество роликов в полиспате без учета отводных блоков; η — коэффициент полезного действия полиспата, учитывающий потери на трение роликов на осях и сопротивление от жесткости каната при огибании им роликов; коэффициент зависит от общего количества роликов (с учетом отводных), а также типа подшипников роликов и определяется по табл. 11*.

5. Определяют разрывное усилие (кН) в сбегающей ветви полиспата, по которому подбирают канат для его оснастки.

6. Подсчитывают длину каната (м) для оснастки полиспата:

$$L = m_{II} (h + 3,14 dp) + l_1 + l_2$$



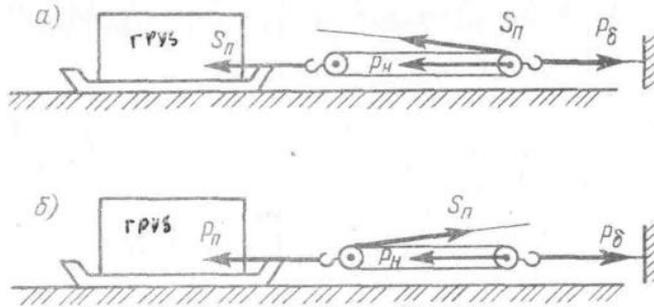


Рисунок 9. Расчетные схемы полиспастов, расположенных горизонтально

Где h — длина полиспаста в полностью растянутом виде, м (назначают исходя из конкретных условий такелажной операции: она соответствует наибольшему расстоянию между неподвижным и подвижным блоками в начальный момент этой операции перед сокращением полиспаста); dp — диаметр роликов в блоках, м, (определяется по прилож. VI* справочных таблиц); l_1 — длина сбегающей ветви от ролика блока, с которого она сходит, до барабана лебедки, м; l_2 — расчетный запас длины каната: $l_2 = 10$ м.

7. Подсчитывают суммарную массу полиспаста (т):

$$G_{\Pi} = G_{\delta} + G_{\kappa}$$

где G_{δ} — масса обоих блоков полиспаста, т (определяется по прилож. VI* справочных таблиц);

G_{κ} — масса каната для оснастки полиспаста, т: $G_{\kappa} = L g_{\kappa} / 1000$

g_{κ} — масса 1000 м каната (находят по прилож. I*) справочных таблиц.

8. Определяют усилие (кН), действующее на канат, закрепляющий неподвижный блок полиспаста:

при подъеме груза со сбегающей ветвью, сходящей с неподвижного блока (рис. 8, а),

Таблица полиспастов

$$P_{\delta} = 10G_0 + 10G_3 + 10G_{\Pi} + S_{\Pi},$$

11. Значения коэффициентов полезного действия

Общее количество роликов полиспаста	Тип подшипника		Общее количество роликов полиспаста	Тип подшипника		Общее количество роликов полиспаста	Тип подшипника	
	скольженый	качественный		скольженый	качественный		скольженый	качественный
1	0,960	0,980	11	0,638	0,800	21	0,424	0,653
2	0,922	0,960	12	0,613	0,783	22	0,407	0,640
3	0,886	0,940	13	0,589	0,767	23	0,390	0,628
4	0,851	0,921	14	0,566	0,752	24	0,375	0,615
5	0,817	0,903	15	0,543	0,736	25	0,360	0,604
6	0,783	0,8841	16	0,521	0,722	26	0,347	0,593

7	0,752	ТЩ6	17	0,500	0,708	27	0,332	0,581
8	0,722	0,849	18	0,480	0,693	28	0,318	0,569
9	0,693	0,832	19	0,460	0,680	29	0,306	0,558
10	0,664	0,814	20	0,442	0,667	30	0,293	0,547

то же, со сбегающей ветвью, сходящей с подвижного блока (рис. 8,б)

$$P_6 = 10G_0 + 10G_3 + 10G_{II} - S_{II},$$

при горизонтальном или наклонном положении полиспаста со сбегающей ветвью, сходящей с неподвижного блока (рис. 9, а)

$$P_6 = P_p + 10G_0 + S_{II},$$

то же, со сбегающей ветвью, сходящей с подвижного блока (рис. 9, б),

$$P_6 = P_p + 10G_0 + 10G_{II} - S_{II},$$

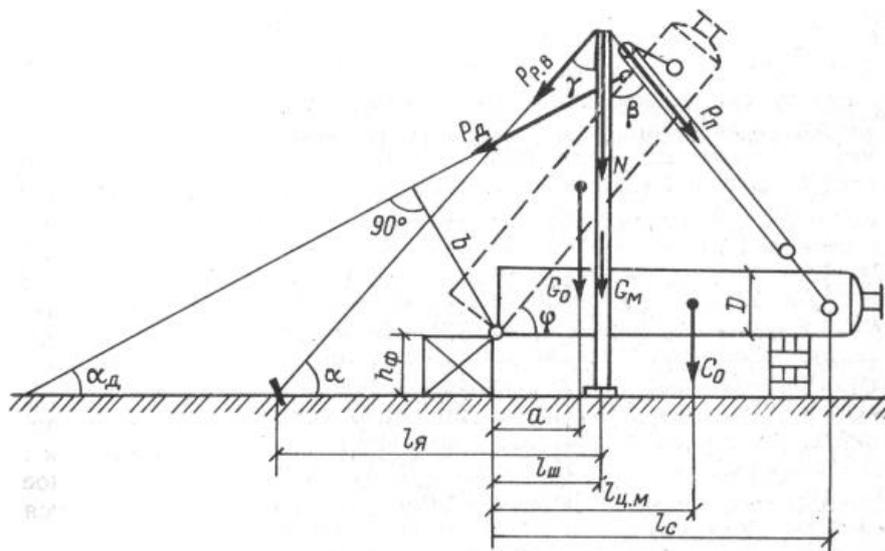
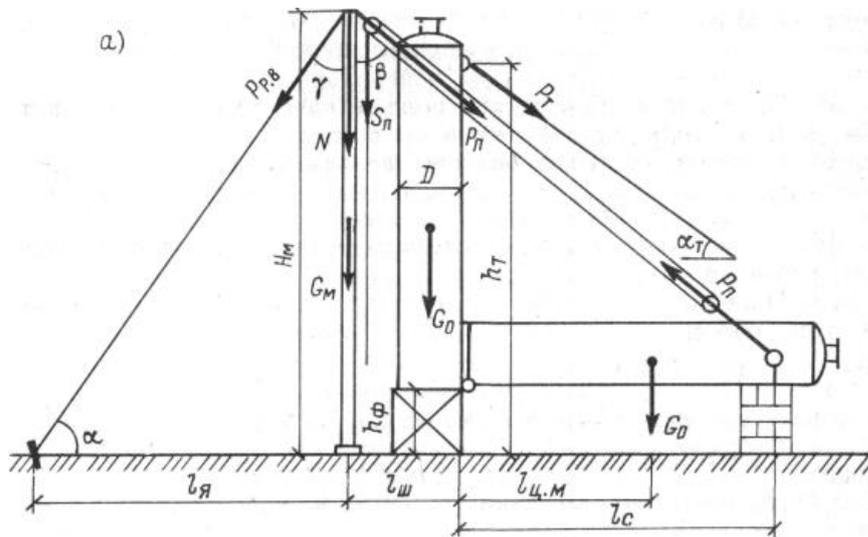
9. По усилию P_6 рассчитывают канат для крепления неподвижного блока полиспаста. .

10. По усилию в сбегающей ветви полиспаста S_{II} подбирают тяговый механизм — лебедку (прилож. VII* справочных таблиц) и якорь для крепления лебёдки.

Подъем оборудования методом поворота вокруг шарнира монтажными мачтами

Этот способ обычно применяется для подъема аппаратов колонного типа, металлических дымовых труб и высотных металлоконструкций, располагающихся на невысоких фундаментах (до 2 м), в связи со сложностью установки поворотных шарниров и соединения с ними поднимаемого оборудования на высоте. Он обладает следующими преимуществами: максимальные нагрузки возникают в такелажной оснастке в начальный момент подъема, что повышает безопасность такелажных работ; масса поднимаемого оборудования может значительно превышать грузоподъемность такелажных средств. Подъем может осуществляться как одиночными, так и парными монтажными мачтами. Взаимное расположение мачт и поднимаемого оборудования выполняется по двум вариантам.

Рисунок 10. Расчётные схемы подъёма оборудования мачтами методом поворота вокруг шарнира.



Б)

Первый вариант. Мачты устанавливаются за поворотным шарниром (рис. 10, а). В этом случае оборудование поднимается до нейтрального положения в один этап и далее с помощью тормозной оттяжки плавно опускается на фундамент в проектное вертикальное положение под действием собственной массы.

Второй вариант. Мачты устанавливаются между поворотным шарниром и центром массы поднимаемого оборудования (рис. 10, б). В этом случае оборудование поднимается в два этапа: вначале с помощью мачт на максимально возможный угол, а затем дотягивающей системой до нейтрального положения и, наконец, опускается в проектное положение тормозной оттяжкой. При этом варианте снижаются по сравнению с первым вариантом нагрузки на мачты, полиспасты и рабочие расчалки. Одиночная мачта при втором варианте устанавливается рядом с поднимаемым оборудованием и наклоняется с расчетом расположения полиспаста в плоскости подъема оборудования.

Особенности этих вариантов являются основой для выбора одного из них.

При назначении места строповки оборудования необходимо исходить из следующих соображений:

а) учитывая в первую очередь сохранение прочности корпуса аппарата или поднимаемой конструкции от действия собственной массы наиболее целесообразным местом строповки при

расположении центра массы посередине поднимаемого оборудования будет место на расстоянии 2/3 высоты оборудования от его основания;

б) при необходимости снижения нагрузок на такелажную оснастку рекомендуется стропить оборудование ближе к его вершине; при использовании парных мачт строповку оборудования следует выполнять с помощью балансирной траверсы, уравнивающей нагрузку на оба полиспаста.

Нагрузки на монтажные мачты и такелаж (полиспасты, ванты, якоря, стропы) зависят не только от массы, габаритов и расположения центра массы поднимаемого оборудования, но также и от высоты мачт и их расположения, места строповки оборудования и расположения рабочих задних вант. Так, нагрузки на мачты и такелаж будут уменьшаться с увеличением высоты мачт и с уменьшением расстояния от места их установки до места строповки оборудования, с увеличением расстояния якорей задних вант от мачт и с приближением места строповки к вершине поднимаемого оборудования. При необходимости использования мачт возможно минимальной высоты следует пользоваться расчетом, имея в виду, что при этом монтажные нагрузки на мачты и такелаж значительно возрастут.

Исследования, проведенные во ВНИИмонтажспецстрое., рекомендуют при выборе и расположении такелажных средств следующие оптимальные размеры (в зависимости от места положения центра массы поднимаемого оборудования $l_{ц.м}$):

высота мачты $H_m = (1,8 - 3) l_{ц.м}$

расстояние от якоря рабочей ванты до мачты $l_я = (4 - 6) l_{ц.м}$

расстояние от места строповки оборудования до его основания $l_c = (1,3 - 2) l_{ц.м}$

РАСЧЕТ ТАКЕЛАЖНОЙ ОСНАСТКИ

1. Определяют необходимую высоту мачты (м), зная расстояние от центра массы оборудования до его основания $l_{ц.м}$:

$$H_m = (1,8-3,0) l_{ц.м.}$$

2. Находят усилие в полиспасте (кН) в начальный момент подъема при угле наклона продольной оси оборудования к горизонту $\varphi = 0^\circ$:

для мачт, установленных за поворотным шарниром

при одиночной мачте

$$P_{II} = \frac{10 G_o l_{ц.м}}{(H_m - h_\phi) \sin\beta - l_{ш} \cos\beta}$$

при парных мачтах

$$P_{II} = \frac{5 G_o l_{ц.м}}{(H_m - h_\phi) \sin\beta - l_{ш} \cos\beta}$$

для мачт, установленных между поворотным шарниром и центром массы оборудования

при одиночной мачте

$$P_{II} = \frac{10 G_o l_{ц.м}}{(H_m - h_\phi) \sin\beta + l_{ш} \cos\beta}$$

при парных мачтах

$$P_{II} = \frac{5 G_o l_{ц.м}}{(H_m - h_\phi) \sin\beta + l_{ш} \cos\beta}$$

где G_o — масса поднимаемого оборудования, т; h_ϕ — высота фундамента, м; $l_{ш}$ — расстояние от оси шарнира до мачты, м (величиной $l_{ш}$ задаются); β — угол между мачтой и подъемным полиспастом, определяют графически путем построения схемы в масштабе или по формулам: для мачт, установленных за поворотным шарниром,

$$\operatorname{tg}\beta = (l_c + l_{ш}) / (H_m - h_\phi - 0,5D)$$

для мачт, установленных между поворотным шарниром и центром массы оборудования,

$$\text{tg}\beta = (\ell_c - \ell_{ш}) / (H_m - h_\phi - 0,5D)$$

ℓ_c — расстояние от основания оборудования до места строповки, м (величиной ℓ_c задаются); D — диаметр или поперечные размеры поднимаемого оборудования, м (при строповке за монтажные штуцера в знаменатель ставится $0,5D$, при строповке за верхнюю образующую необходимо брать полный диаметр D , при строповке за нижнюю образующую размер D исключается).

3. По усилию $P_{п}$ рассчитывают подъемные полиспасты и стропы.

4. Находят усилие в задней (рабочей) ванте (кН)

$$P_{рв} = P_{п} \sin\beta / \sin\gamma$$

где γ — угол между мачтой и рабочей вантой (определяется графически или по формуле $\text{tg}\gamma = \ell_я / H_m$); $\ell_я$ — расстояние от мачты до якоря рабочей ванта, размеры которого рекомендованы выше.

5. По усилию $P_{рв}$ рассчитывают канат для задней ванта и якорь для нее.

6. Определяют суммарное сжимающее усилие (кН), действующее по оси мачты:

$$N = P_{п} K_{п} \cos\beta + P_{рв} \cos\gamma + 10 G_m K_{п} + 10 G_{п} K_{п} + n_{н.в} P_{н.в} \sin\alpha + S_{п}$$

где G_m — масса мачты, т (определяется вначале ориентировочно: для трубчатой мачты по прилож. X определяют сечение трубы, а по прилож. V* — массу 1 м трубы данного сечения гт):

$G_m = H_m g_t$, для решетчатой мачты $G_m = (0,0002 - 0,0005) 1,5P_{п}H_m$; $G_{п}$ — масса

полиспаста, т (получают при его расчете); $n_{н.в}$ — количество нерабочих вант, кроме задней

(величиной $n_{н.в}$ задаются); $P_{н.в}$ — усилие первоначального натяжения нерабочих вант, кН

(определяется по прилож. XIX*); α — угол заложения вант (величиной α задаются); $S_{п}$ — усилие в сбегавшей ветви полиспаста, кН (получается при его расчете).

7. По усилию N рассчитывают сечение мачты, выбирая трубчатую или решетчатую конструкцию.

8. Подсчитывают усилие в тормозной оттяжке (кН) при посадке оборудования на фундамент из нейтрального в проектное вертикальное положение:

$$P_T = 10 G_0 0,6D / (h_T \cos\alpha_T),$$

где h_T — расстояние от основания оборудования до места крепления на нем тормозной оттяжки, м (величиной h_T задаются); α_T — угол заложения тормозной оттяжки (величиной α_T задаются).

9. По усилию P_T рассчитывают канат тормозной оттяжки и подбирают лебедку (см. прилож. VII*) или полиспаст.

10. При установке мачт между поворотным шарниром и местом строповки оборудования (рис. 10 б) рассчитывают дотягивающую систему для подъема оборудования на втором этапе от максимально возможного угла подъема мачтами ϕ до нейтрального положения. В этом случае при расчете высоты мачт и выборе места их установки следует стремиться к максимальному значению ϕ , который рекомендуется не менее 50° , что обеспечивает снижение нагрузки на дотягивающую систему. Так как угол ϕ , высота мачт H_m и место их установки, характеризуемое расстоянием $\ell_{ш}$, взаимосвязаны, их определение наиболее просто достигается графически — построением монтажной схемы в масштабе аналогично рис. 10, б. При этом либо вначале задаются углом ϕ , а затем определяют по схеме величины H_m и $\ell_{ш}$, либо назначают размеры H_m и $\ell_{ш}$, а угол ϕ измеряют на схеме.

Расчет дотягивающей системы сводится к определению усилия (кН) в ней

$$P_d = 10 G_0 a/b$$

где a и b — расстояния, м, получаемые графически при построении расчетной схемы в масштабе (рис. 10, б)

По усилию P_d выполняется расчет дотягивающей системы: каната с выбором лебедки по прилож. VII *или полиспаста .

Пример . Рассчитать такелажную оснастку для подъема металлической дымовой трубы высотой $H_0 = 36$ м, диаметром $D = 2,2$ м, массой $G_0 = 28$ т с центром массы, расположенным посередине ее высоты ($l_{ц.м} = 18$ м) на фундамент высотой $h_\phi = 3$ м, способом поворота вокруг шарнира одиночной вертикальной мачтой, установленной за шарниром на расстоянии $l_{ш} = 6$ м.

Решение

1. Определяем высоту мачты, выбирая соотношение:

$$H_m = 2 l_{ц.м}$$

$$H_m = 2 \cdot 18 = 36 \text{ м.}$$

2. Находим угол между полиспастом и мачтой в начальный момент подъема трубы и назначая высоту строповки трубы $l_0 = 1,3 l_{ц.м} = 1,3 \cdot 18 = 23,4$ м при строповке за монтажные штуцера $tg\beta = (l_0 + l_{ш}) / (H_m - h_\phi - 0,5D)$

$$tg\beta = (23,4 + 6) / (36 - 3 - 0,5 \cdot 2,2) = 0,92 \text{ и } \beta = 43^\circ$$

3. Находим усилие в подъемном полиспасте в начальный момент подъема трубы при $\varphi = 0^\circ$

$$P_{п} = \frac{10 G_0 l_{ц.м}}{(H_m - h_\phi) \sin\beta - l_{ш} \cos\beta}$$

$$P_{п} = (10 \cdot 28 \cdot 18) / [(36 - 3) \cdot 0,682 - 6 \cdot 0,731] = 278 \text{ кН}$$

4. По усилию $P_{п}$ рассчитываем подъемный полиспаст.

5. Определяем угол между мачтой и рабочей задней вантой, принимая расстояние от мачты до якоря задней ванты $l_{я} = 5 l_{ц.м}$; $l_{я} = 5 \cdot 18 = 90$ м

$$tg\gamma = l_{я} / H_m ; tg\gamma = 90 / 36 = 2,5$$

$$ctg\gamma = 1 / tg\gamma ; ctg\gamma = 1 / 2,5 = 0,4 \text{ и } \gamma = 68^\circ.$$

6. Находим усилие в рабочей ванте

$$P_{рв} = P_{п} \sin\beta / \sin\gamma$$

$$P_{рв} = 278 \cdot 0,682 / 0,927 = 204,5 \text{ кН.}$$

7. По усилию $P_{рв}$ рассчитываем канат для рабочей ванты и якорь.

8. Определяем сжимающее усилие, действующее по оси мачты:

$$N = P_{п} k_{п} \cos\beta + P_{рв} \cos\gamma + 10 G_{мкп} + 10 G_{пкп} + n_{н.в} P_{н.в} \sin\alpha + S_{п} =$$

$$= 278 \cdot 1,1 \cdot 0,731 + 204,5 \cdot 0,375 + 10 \cdot 6 \cdot 1,1 + 10 \cdot 2 \cdot 1,1 + 2 \cdot 25 \cdot 0,707 + 40 = 486 \text{ кН}$$

где G_m — ориентировочная масса мачты решетчатой конструкции:

$$G_m = 0,0004 \cdot 1,5 P_{п} H_m = 0,0004 \cdot 1,5 \cdot 278 \cdot 36 = 6 \text{ т;}$$

$G_{п}$ — масса полиспаста (получается при его расчете); $n_{н.в}$ — количество нерабочих вант (величиной $n_{н.в}$ задаются); $P_{н.в}$ — усилие первоначального натяжения вант (определяется по прилож. XIX*); α — угол заложения вант (принимается $\alpha = 45^\circ$); $S_{п}$ — усилие в сбегавшей ветви полиспаста (получили при его расчете).

9. По усилию N рассчитываем сечение решетчатой мачты.

10. Подсчитываем усилие в тормозной оттяжке, задаваясь высотой ее крепления на оборудовании $h_T = l_c = 23,4$ м и углом наклона ее к горизонту $\alpha_T = 40^\circ$:
 $P_T = 10 G_{0,6D} / (h_T \cos \alpha_T) = 10 \cdot 28 \cdot 0,6 \cdot 2,2 / (23,4 \cdot 0,766) = 20,6$ кН.

11. По усилию P_T рассчитываем тормозной канат и подбираем лебёдку.

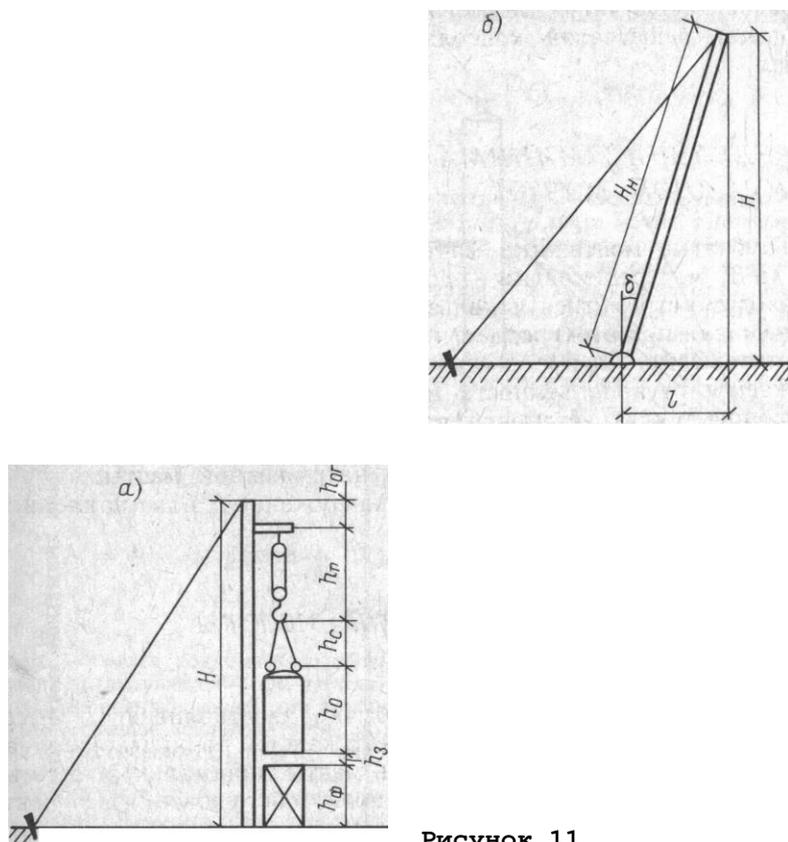


Рисунок 11.

Подбор основных такелажных средств при встречном подъеме двух аппаратов.

Этот способ монтажа является разновидностью подъема поворотом вокруг шарнира и рекомендуется в тех случаях, когда условия монтажной площадки допускают расположение в исходном горизонтальном положении двух аппаратов колонного типа по одной оси. Перед подъемом основания аппаратов укладываются в поворотные шарниры у рядом стоящих фундаментов вершинами в разные стороны. Одиночная или парные мачты устанавливаются между фундаментами, и их полиспасты связываются с вершинами аппаратов. При одновременной работе полиспастов аппараты, поворачиваясь вокруг шарниров навстречу друг другу, поднимаются до нейтрального положения, а затем с помощью тормозных оттяжек плавно опускаются на фундамент в проектное вертикальное положение. Два аппарата необходимо поднимать равномерно для уменьшения нагрузок на ванты мачт. Такой способ монтажа имеет следующие преимущества: возможность одновременного подъема двух аппаратов; симметричная нагрузка на мачты, что исключает появление изгибающих моментов в них и уменьшает нагрузки на ванты и якоря; возникновение максимальных нагрузок на такелаж в начальной стадии подъема. При использовании парных мачт строповку аппаратов следует выполнять с помощью балансирующей траверсы, распределяющей равномерно нагрузку на оба полиспаста, или применять полиспасты, спаренные через уравнильный блок.

РАСЧЕТ ТАКЕЛАЖНОЙ ОСНАСТКИ (рис. 12)

1. Определяют необходимую высоту мачты H_M , ориентируясь на ее оптимальные размеры в зависимости от расположения центра массы оборудования от его основания /ц. м:

$$H_M = (1,8-3,0) \ell_{ц.м.}$$

2. Находят усилие (кН) в каждом полиспасте в начальный момент подъема оборудования:

$$\text{для одиночной мачты} \quad P_{п} = (10G_o \ell_{цм}) / [(H_M - h_{ф}) \sin \beta - \ell_{ш} \cos \beta]$$

$$\text{для парных мачт} \quad P_{п} = (5G_o \ell_{цм}) / [(H_M - h_{ф}) \sin \beta - \ell_{ш} \cos \beta]$$

где G_o — масса поднимаемого аппарата, т; $h_{ф}$ — высота фундамента, м; β — угол между мачтой и полиспастом, определяется графически путем построения расчетной схемы в масштабе или по формуле

$$\operatorname{tg} \beta = (\ell_c + \ell_{ш}) / (H_M - h_{ф} - 0,5D)$$

ℓ_c — расстояние места строповки оборудования от его основания, м (величиной ℓ_c задаются); $\ell_{ш}$ — расстояние от оси шарнира до мачты, м (величиной $\ell_{ш}$ задаются); D — диаметр аппарата, м (при строповке за верхнюю образующую необходимо брать полный диаметр D , при строповке за монтажные штуцера — $0,5D$, при строповке за нижнюю образующую размер D из формулы исключается).

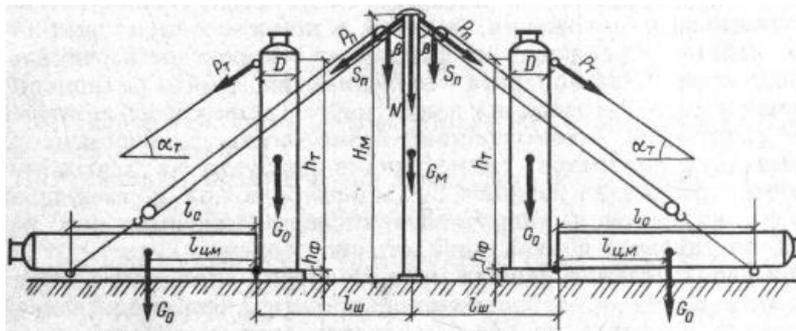
3. По усилию $P_{п}$ рассчитывают полиспасты и стропы.

4. Определяют суммарное сжимающее усилие, действующее по оси мачты:

$$N = 2P_{п} K_{п} K_{д} \cos \beta + 10G_M K_{п} + 20G_{п} K_{п} + 2S_{п} + n_{нв} P_{нв} \sin \alpha$$

где G_M — масса мачты, т (подбирается вначале ориентировочно; для трубчатой мачты по прилож. X* и V* определяют сечение и массу 1 м трубы g_T , тогда $G_M = H_M g_T$

Для решетчатой $G_M = (0,0002-4-0,0005) 1,5P_{п} H_M$; $G_{п}$ — масса полиспаста, т; $S_{п}$ — усилие в сбегавшей ветви полиспаста, кН (получается при его расчете); $n_{нв}$ — количество вант (величиной $n_{нв}$ задаются); $P_{н.в}$ — усилие первоначального натяжения вант, кН (определяется



по прилож. XIX*); α — угол заложения вант (величиной α задаются).

Рисунок 12. Расчетная схема подъема оборудования встречным способом

5. По усилию N рассчитывают сечение мачты, выбирая трубчатую или решетчатую конструкцию.

6. Подсчитывают усилие в тормозной оттяжке (кН) посадки аппарата на фундамент в проектное вертикальное положение;

$$P_T = (10G_o 0,6D) / (h_T \cos \alpha_T)$$

где h_T — расстояние от основания оборудования до места крепления тормозной оттяжки, м (величиной h_T задаются); α_T — угол заложения тормозной оттяжки (величиной α_T задаются).

7. По усилию P_T рассчитывают тормозной канат и по прилож. VIII* подбирают лебедку.

Пример. Рассчитать такелажную оснастку для встречного подъема одиночной монтажной мачтой двух аппаратов колонного типа массой $G_0 = 80$ т каждый, высотой $H_0 = 34$ м и диаметром $D = 2,8$ м на фундаменты высотой $h_\phi = 0,4$ м. Расстояние от центра массы аппаратов до их основания $l_{ц.м} = 15$ м.

Решение. 1. Определяем необходимую высоту монтажной мачты:

$$H_M = 2l_{ц.м} = 2 \cdot 15 = 30 \text{ м}$$

2. Находим угол между полиспастами и мачтой в начальный момент подъема при строповке за монтажные штуцера, задаваясь высотой строповки $l_c = 20$ м и выбирая расстояние от осей шарниров до мачты $l_{ш} = 6$ м,

$$\operatorname{tg}\beta = (l_c + l_{ш}) / (H_M - h_\phi - 0,5D) = (20+6) / (30-0,4-0,5 \cdot 2,8) = 0,93, \beta = 43^\circ$$

3. Подсчитываем усилие в каждом полиспасте в начальный момент подъема аппаратов:

$$P_{п} = (10G_0 l_{ц.м}) / [(H_M - h_\phi) \sin\beta - l_{ш} \cos\beta] = (10 \cdot 80 \cdot 15) / [(30-0,4) \cdot 0,628 - 6 \cdot 0,731] = 760 \text{ кН.}$$

4. По усилию $P_{п}$ рассчитываем полиспасты и стропы.

5. Определяем сжимающее усилие, действующее по оси мачты, задаваясь углом заложения вант $\alpha = 45^\circ$ и их количеством $n_{нв} = 4$ шт.;

$$N = 2P_{п} K_{п} K_{д} \cos\beta + 10G_M K_{п} + 20G_{пкп} + 2S_{п} + n_{нв} P_{нв} \sin\alpha = 2 \cdot 760 \cdot 1,1 \cdot 1,1 \cdot 0,731 +$$

$$+ 10 \cdot 13,7 \cdot 1,1 + 20 \cdot 4 \cdot 1,1 + 2 \cdot 60 + 4 \cdot 50 \cdot 0,707 = 1844 \text{ кН,}$$

де G_M — ориентировочная масса решетчатой мачты: $G_M = 0,0004 \cdot 1,5P_{п} H_M = 0,0004 \cdot 1,5 \cdot 760 \cdot 30 = 13,7$ т; $G_{п}$ и $S_{п}$ — соответственно масса полиспаста и усилие в сбегавшей ветви (получаются при расчете полиспастов); $P_{нв}$ — усилие первоначального натяжения вант (из прилож. XIX*).

6. По усилию N , выбирая решетчатую конструкцию, рассчитываем сечение мачты

7. Подсчитываем усилие в тормозной оттяжке, задаваясь высотой крепления ее на аппарате $h_t = 34$ м и углом наклона ее к горизонту $\alpha_t = 40^\circ$:

$$P_T = (10G_0 \cdot 0,6D) / (h_t \cos\alpha_t) = (10 \cdot 80 \cdot 0,6 \cdot 2,8) / (34 \cdot 0,766) = 51,6 \text{ кН.}$$

8. По усилию P_T рассчитываем тормозной канат и подбираем лебедку

$$R_k = S K_3$$

Расчёт такелажной оснастки при подъёме козлового крана стяжными полиспастами

Мост крана поднимают в два приема.

Опорные стяжки этого крана имеют фланцевые разъемы, совпадающие с фланцами тележек. Для предварительного подъема мост выкладывают поперек крановых путей на высоту 0,8—1,0 м, а затем к мосту шарнирно присоединяют верхние секции стоек. Одновременным включением лебедок мост приподнимают над уровнем опор на 100—150 мм и проверяют крепление тросов, полиспастов, лебедок и якорей. Особое внимание обращают на натяжку блокировочных тросов шарнирного механизма. При нормальном натяжении тросов продольная ось моста расположена строго горизонтально, а опоры — по оси крановых путей. Обеспечив нормальное взаимодействие всех механизмов, мост поднимают на высоту 5 м до того момента, пока подкосы фермы не коснутся фланцев опор. Под мост подводит шпальные клетки или козлы.

На монорельсовую балку через оставленный разрыв монорельса навешивают грузоподъемную тележку. Навешивают тележку кабины, которую соединяют с грузовой тележкой посредством пальцев; приваривают последний отрезок монорельса и стыки зачищают. Тележка должна одновременно опираться всеми катками как на монорельс, так и на направляющие. Это проверяют пробным прокатыванием тележки по балке. Если обнаружены зазоры, необходимо отрегулировать опорные катки установкой дополнительных шайб между распорными трубками и щеками тележек. Поддерживающие катки регулируют установкой

прокладок под их кронштейн. Нормальное положение монорельсовых тележек фиксируют приваркой двух заготовок из угловой стали к щекам. На уровне верхнего ряда стяжных шпилек. К поперечным швеллерам рамы подвешивают кабину и закрепляют ее болтами и накладками. На правой консоли устанавливают два кронштейна, между которыми подвешивают ремонтные площадки. На площадки устанавливают лестницы, которые приваривают к элементам фермы. На монорельсовой балке монтируют кабельные тележки и подвешивают гибкий кабель. Гирлянда кабеля на участках должна образовывать кольца длиной 4—5 м. Ходовые тележки отсоединяют от верхних секций опор и совместно с блоками полиспаста разводят в покое положение, канаты полиспаста распускают.

Для окончательного подъема крана необходимо нижние секции опор соединить с верхними, используя для этого вспомогательные шарниры на наружных поясах стоек. После сборки опоры соединяют с ходовыми тележками и проверяют натяжку тросов блокировочного механизма. На гибкую опору крана навешивают и закрепляют болтами площадку, к ней приваривают вертикальную лестницу. Окончательный подъем осуществляют включением лебедок в той же последовательности, как и при первом этапе подъема. Подъем моста заканчивается, когда фланцы опор войдут в соприкосновение с подкосными фермами и подкосами. Как только кран поднимется до проектной отметки, на фланцах опорных тележек укрепляют балансиры (стяжки) и заканчивают крепежные работы.

Между фланцами и подкосами ферм при наличии зазоров устанавливают прокладки, а затем соединяют узлы болтами и сваркой. После этого устанавливают и крепят на кране переходные площадки, настилы и другие элементы.

Монтажные работы всех типов кранов завершают запасовкой тросов и регулировкой механизмов. Особое внимание необходимо уделять регулировке положения ходовых колес. Положение колес в вертикальной плоскости регулируют за счет клиновых прокладок, устанавливаемых между фланцами опор и ходовых тележек. Регулировку положения колес в горизонтальной плоскости осуществляют за счет постановки плоских прокладок необходимой толщины между боковыми фланцами тележек и стяжкой. После установки рельсовых захватов с механическим приводом взаимодействие их рычагов с головкой рельса регулируют вручную.

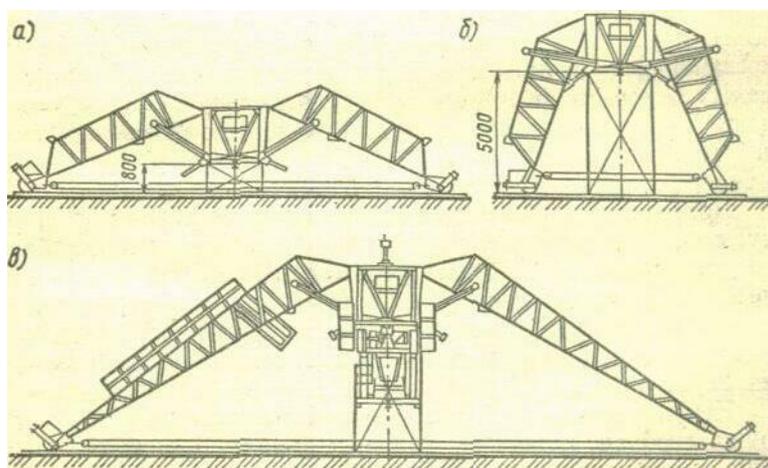


Рисунок 13. Схема подъема крана ККС-10:

а - этап; б — предварительный подъем; в — окончательный подъем

Рассматриваемый способ применяется при монтаже некоторых видов оборудования, в частности козловых и кабельных кранов. При таком способе монтажа значительно упрощается такелажная оснастка;

грузоподъемные средства имеют незначительные высотные габариты по сравнению с высотой поднимаемых конструкций;

установка такелажных средств требует небольшой площадки;

отпадает необходимость в устройстве вант и мощных якорей;

конструкции поднимаемого оборудования выполняют роль грузоподъемных средств, осуществляя практически процесс самоподъема; максимальные усилия в такелажной оснастке возникают в начальный момент подъема, что повышает безопасность такелажных работ.

При подъеме оборудования способом стягивания шарнирные опоры одной стороны поднимаемого оборудования закрепляются неподвижно, а опоры другой стороны устанавливаются на тележки, перемещаемые по рельсовым путям с помощью стягивающих полиспастов.

РАСЧЕТ ТАКЕЛАЖНОЙ ОСНАСТКИ.

Расчет ведется применительно к монтажу козлового крана, мост (ригель) которого собран на временной опорной конструкции, а опоры крана шарнирно соединены с ригелем. Нижние части опор крана с одной стороны закреплены неподвижно и соединены полиспастами с ходовыми тележками опор другой стороны. При сокращении полиспастов опоры свободной стороны на ходовых тележках подкатываются по подкрановым путям к закрепленным опорам и металлоконструкции козлового крана поднимаются до проектного положения, в котором заканчивается

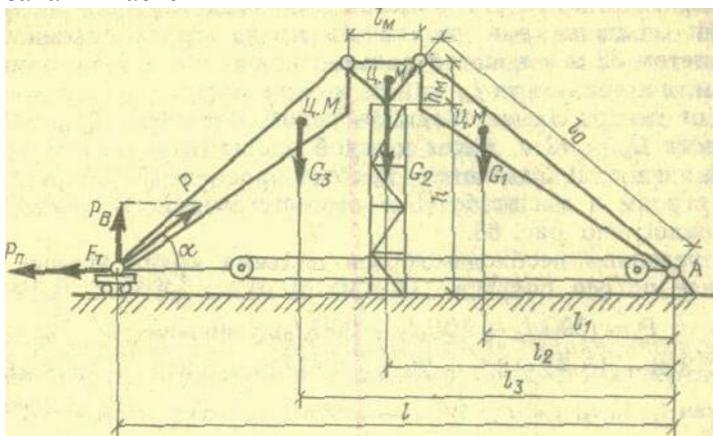


Рисунок 14 Расчётная схема подъёма оборудования стяжными полиспастами

Расчетная схема подъема оборудования стяжными полиспастами окончательная сборка крана. Следует иметь в виду, что, чем выше временные опорные конструкции для сборки моста, тем меньшие усилия потребуются для подъема крана, однако при этом усложняется предварительная сборка металлоконструкций крана.

Определяют усилие (кН), необходимое для подъема крана из исходного положения и направленное по осям подтягиваемых опор, задаваясь высотой временной опорной конструкции h :

$$P = (20G_1l_1 + 10G_2l_2 + 20G_3l_3) / (l \sin \alpha),$$

где G_1 и G_2 — масса опор крана, т; G_3 — масса моста, т; l_1, l_2, l_3 — расстояния от вертикалей, проведенных через центры масс опор и моста до точки А, м (проще всего расстояния найдутся графически построением расчетной схемы в масштабе аналогично рис. 14); l — расстояние между шарнирами, соединяющими опоры крана с ходовыми тележками, м (получается графически); α — угол наклона оси опоры к горизонту (получается графически).

Находят суммарное усилие (кН) для стягивания опор крана:

$$P_c = P \cos \alpha + F_T,$$

где F_T , — усилие трения качения ходовых тележек подтягиваемых опор по подкрановым путям, кН:

$$F_T = P_B f$$

$P_B = P \sin \alpha$ —вертикальная составляющая усилия P ;

f — коэффициент тяги тележек (принимается для подшипников качения $f = 0,01$, для подшипников скольжения $f = 0,02$).

Учитывая, что стягивание опор крана выполняется двумя полиспастами, находят усилие (кН) на каждый из них:

$$P_{II} = P_c / 2$$

4. По усилию P_{II} рассчитывают стягивающие полиспасты

Тяговые расчеты Расчёт и подбор автопоезда

В практике монтажа технологическое оборудование и конструкции часто перевозятся к месту монтажа и в монтажной зоне по шоссейным и грунтовым дорогам. Для перевозки крупногабаритного и тяжеловесного оборудования применяются прицепы — тяжеловозы различной грузоподъемности, которые буксируются тракторами или специальными колесными тягачами. Если габариты и масса перевозимого оборудования превышают паспортные характеристики прицепов по грузоподъемности и размеры платформ, то оно перевозится на двух и более прицепах.

Учитывая массу и габариты оборудования или конструкций, состояние и характеристику дороги (подъемы, уклоны и радиусы закруглений), выбирают прицепы-тяжеловозы и тип тягачей, устанавливают их количество.

В некоторых случаях можно идти от обратного, т. е. зная технические данные прицепов и тягачей, а также дорожные условия, определять максимально допустимые массы и габариты транспортируемого оборудования.

В настоящем параграфе рассматривается решение первой задачи, как наиболее часто встречающейся в практике монтажа.

РАСЧЕТЫ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

1. Определяют суммарное сопротивление (кН) движению всего транспорта:

$$F = 10 G_T f_T + 10 (G_{II} + G_0) f_{II} \pm 10 (G_T + G_{II} + G_0) f_v$$

где G_T — масса тягача, т (подбирается предварительно по табл. 8, 9 или из паспорта тягача и справочника); f_T — удельное сопротивление движению тягача (принимается по табл. 10); G_{II} — масса выбранного для транспортирования оборудования прицепа, т (принимается по табл. 5 или паспорту прицепа и справочнику); G_0 — масса транспортируемого оборудования, т; f_{II} — удельное сопротивление движению прицепа (принимается по табл. 12); f_v — сопротивление движению от уклона дороги, равно показателю уклона, соответствующему 0,01 на каждый процент уклона (это сопротивление принимается с плюсом при подъеме дороги и с минусом — при спуске).

2. Рассчитывают необходимое тяговое усилие (кН) для строгивания автопоезда с места с учетом увеличения тяговой нагрузки примерно на 50 %:

$$F_T = 1,5F$$

3. По F_T подбирают тягач по табл. 8 и 9 или из справочника.

4. Определяют силу тяги выбранного тягача по мощности двигателя на ведущих колесах автомобиля или гусеницах трактора (кН):

$$F_d = 3,67 N \eta | V$$

где N — мощность двигателя, кВт (табл. 8 или 9); η — КПД двигателя и силовой передачи (для автомашин $\eta = 0,85$; для тракторов $\eta = 0,8$); v — скорость движения, км/ч (величиной v задаются в пределах, указанных в табл. 8 или 9).

5. Подсчитывают силу тяги тягача по сцеплению с поверхностью дороги (кН):

$$F_c = 10 G_c \phi,$$

где G_c — сцепная масса тягача, обеспечивающая надежное сцепление его с поверхностью дороги, т (для автомобилей $G_c = 0,6 \div 0,7$ их массы, для тракторов G_c равна их массе); ϕ — коэффициент сцепления колес тягача с покрытием дороги или гусениц тягача (табл. 13).

Следует иметь в виду, что сила тяги по мощности двигателя F_d не должна превышать силы тяги по сцеплению с поверхностью дороги F_c , что обеспечит отсутствие буксования ведущих колес автомобильного тягача или гусениц трактора. При необходимости увеличения силы тяги тягача по сцеплению можно повысить массу тягача G_T , загружая его балластом. Из двух значений сил тяги F_d и F_c принимается во внимание наименьшая, которая в свою очередь должна превышать необходимое расчетное тяговое усилие F_T .

В случае необходимости решения обратной задачи транспортные расчеты ведутся в другом порядке: начиная с расчета F_d и F_c для имеющегося тягача, затем по наименьшему из них определяют расчетное тяговое усилие F_T .

и наконец находят максимально возможную массу транспортируемого оборудования, используя формулу для расчета суммарного сопротивления движению всего транспорта F при известных массах прицепа G_{II} и тягача G_T , а также уклона дороги.

Пример. Подобрать тягач для транспортирования аппарата массой $G_0 = 65$ т на пневмоколесном прицепе — тяжеловозе ЧМЗАП-5530 — по сухой грунтовой дороге с максимальным подъемом 4 % и скоростью $v = 2,6$ км/ч.

Решение. 1. Для буксировки прицепа с аппаратом предварительно принимаем по табл. 9 трактор марки ДЭТ-250 массой $G_T = 25$ т с мощностью двигателя $N = 184$ кВт и скоростью $v = 2 \div 20,5$ км/ч.

Таблица 8. Характеристика автомобильных тягачей

Показатели	МАЗ - 504	Урал-375 Д	КрАЗ - 256522225 6522255Б	МАЗ	МАЗ	МАЗ
Масса без груза, т	6	8	12	23	24	28
Масса с грузом, т	18	13,2	20	37,5	44	85
Наибольшая скорость, км/ч	75	75	70	60	60	30

Грузоподъемность, т	40	60	120	160	250	300	600
Масса, т	11	14	47	44	47	53	110
Размеры платформы:							
Длина	3,4	3,7	9	10,5	3,4	10,5	3,4
ширина	3,2	3,3	3,2	6	6	12	3,4
Число осей	3	4	6	8	5	15	8
Максимальная скорость, км/ч	40	32	25				5

Таблица 12 Удельное сопротивление движению прицепов $f_{п}$

Тип и состояние дороги	Прицеп на колесном ходу, $f_{п}$			Прицепы на гусеничном ходу, $f_{п}$
	со сплошными металлическими или резиновыми шинами	с пневматическими шинами		
		высокого давления	низкого давления	
Дорога грунтовая: твёрдая профилированная среднего качества плохого качества	0,04 - 0,06 0,065-0,08 0,07-0,11	0,025 - 0,035 0,035- 0,047 0,05- 0,06	0,02 - 0,03 0,03 - 0,04 0,04 - 0,05	0,07 - 0,08 0,08 - 0,09 0,09 - 0,10
Дорога песчаная	0,09-0,12	0,08- 0,10	0,06 – 0,065	0,09 – 0,12
Дорога снежно-ледяная, укатанная	0,09-0,12	0,025 - 0,035	0,02-0,03	0,05-0,06
Бездорожье(луг, пашня)	0,20 -0,30	0,15 -0,24	0,05-0,06	0,10-0,12
Талый рыхлый снег	0,10-0,15	0,08-0,10	0,05 -0,06	0,06-0,07
Глубокая грязь	0,25-0,35	0,15-0,25	0,1-0,12	0,12-0,15
Сыпучий песок	0,20-0,3	0,11-0,18	0,09-0,12	0,12-0,15

Таблица 13 Коэффициент сцепления тракторов с покрытием дороги ϕ

Тип и состояние дороги	Коэффициент ϕ	
	для гусеничных тракторов	для колесных тракторов
Сухая грунтовая дорога:		
на глинистом грунте	0,85	0,70
на песчаном грунте	0,90	0,75
на черноземе	0,87	0,70
Укатанная снежная дорога	0,65	0,30

Асфальт:		
летом	0,85	0,75
покрытый мокрым укатанным снегом	0,45	- 0,30
Обледенелый грунт со снежным покровом толщиной 50 — 100 мм	0,46	0,25
Луг:		
скошенный влажный	1,05	0,70
нескошенный	0,60	0,40
Песок:		
влажный	0,60	0,40
сухой	0,50	0,30
Болото	0,70	0,50

Определяем суммарное сопротивление движению всего транспорта:

$$F = 10 G_T f_T + 10 (G_{II} + G_O) f_{II} + 10 (G_T + G_{II} + G_O) f_y =$$

$$= 10 \cdot 25 \cdot 0,075 + 10 (47 + 65) 0,05 + 10 (25 + 47 + 65) 0,04 = 130 \text{ кН.}$$

3. Определяем необходимое тяговое усилие с учетом увеличения нагрузки при страгивании автопоезда с места:

$$F_T = 1,5F = 1,5 \cdot 130 = 195 \text{ кН.}$$

4. Находим силу тяги выбранного тягача по мощности двигателя:

$$F_d = 3,67 N \eta | V = 3,67 \cdot 184 \cdot 0,8 / 2,6 = 208 \text{ кН.}$$

5. Подсчитываем силу тяги тягача по сцеплению с поверхностью дороги:

$$F_c = 10 G_c \phi = 10 \cdot 25 \cdot 0,85 = 213 \text{ кН.}$$

Принимая во внимание, что буксования гусениц тягача не будет (так как $F_d < F_c$), а также что наименьшая сила тяги для данного случая F_d превышает расчетное тяговое усилие F_T убеждаемся в правильности выбора тягача.

Расчёт дотягивающей системы

Вы выбираете один из способов транспортирования оборудования к месту монтажа и производить расчёт дотягивающей системы.

Перемещение оборудования на саях, подкладных листах, волоком

Для этого вида перемещения оборудования обычно используются сани сварной конструкции из стальных труб. Так, сани конструкции Гипрохиммонтажа выполняются различных габаритов с грузоподъемностью от 2,5 до 100 т и колесей от 850 до 3600 мм.

РАСЧЕТ ТАКЕЛАЖНОЙ ОСНАСТКИ (рис. 15, а)

1. Находят тяговое усилие, необходимое для перемещения груза (кН):
по горизонтальной поверхности

$$P = 10 G_0 f;$$

по наклонной плоскости

$$P = 10 G_0 (\sin \alpha + f \cos \alpha),$$

где G_0 — масса перемещаемого груза, т; f — коэффициент трения скольжения (значения приведены в прилож. XVIII*); α — угол наклона поверхности к горизонту; при угле $\alpha < 15^\circ$ значение $\cos \alpha$ близко к единице и последняя формула может быть упрощена:

$$P = 10 G_0 (\sin \alpha + f),$$

2. Ввиду того, что коэффициент трения покоя в среднем в 1,5 раза больше коэффициента трения движения, расчетное тяговое усилие при сдвиге груза с места необходимо увеличить на 50 %:

$$P_c = 1,5 P$$

По найденному усилию рассчитывают тяговый канат или полиспаст и подбирают для них тяговый механизм (прилож. VII* или табл. 8, 9).

Пример. Рассчитать тяговое устройство для перемещения оборудования массой $G_0 = 16$ т на металлических санях по горизонтальной площадке, засыпанной гравием.

Решение. 1. Определяем величину тягового усилия для перемещения оборудования:

$$P = 100 G_0 f = 10 \cdot 16 \cdot 0,45 = 72 \text{ кН.}$$

2. Находим усилие при страгивании саней с оборудованием с места:

$$P_c = 1,5 P = 1,5 \cdot 72 = 108 \text{ кН.}$$

По усилию P_c рассчитываем тяговый канат и по прилож. VII* подбираем электролебедку типа ЛМН-12 с тяговым усилием 125 кН.

Перемещение оборудования на катках

Для перемещения оборудования обычно применяются катки деревянные диаметром от 150 до 260 мм или металлические диаметром от 50 до 150 мм.

РАСЧЕТ ТАКЕЛАЖНОЙ ОСНАСТКИ (рис. 15, б)

1. Находят тяговое усилие (кН), необходимое для перемещения груза:
по горизонтальной поверхности

$$P = 10 G_0 (\kappa_1 + \kappa_2) / d$$

по наклонной поверхности

$$P = 10 G_0 [\sin \alpha + \cos \alpha (\kappa_1 + \kappa_2) / d]$$

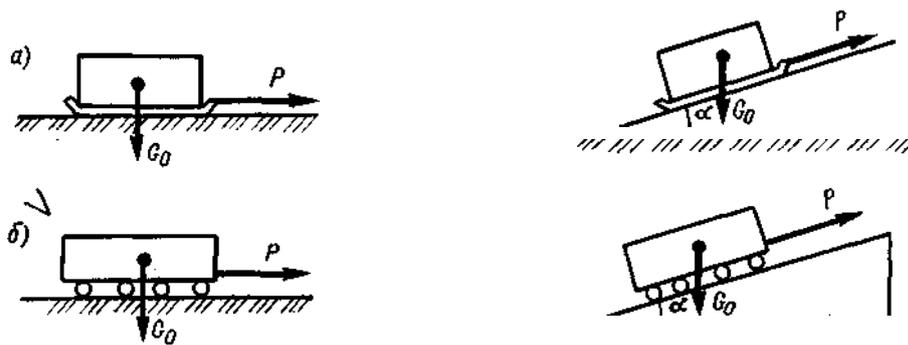


Рисунок 15. Расчетные схемы перемещения оборудования по горизонтальной и наклонной плоскостям
 а — на санях; б — на катках

где G_0 — масса перемещаемого груза, т; d — диаметр катков, см; K_1 - коэффициент трения качения между поверхностью качения и катками ; K_2 -коэффициент трения качения между катками и грузом,

сталь по стали	0,05
сталь по дереву	0,07
дерево по дереву	0,08
сталь по бетону	0,06
дерево по бетону	0,07

α — угол наклонной поверхности к горизонту; при угле $\alpha < 15^\circ$ значение $\cos \alpha$ близко к единице, и последняя формула может быть упрощена:

$$P = 10G_0 [\sin \alpha + (K_1 + K_2) / d]$$

Для сдвига груза с места расчетное тяговое усилие необходимо увеличить на 50 %:

$$P_c = 1,5P$$

3. По найденному усилию рассчитывают тяговый канат или полиспаст и подбирают для них тяговый механизм (прилож. VII *или табл. 8, 9).

Пример . Рассчитать тяговое устройство для перемещения оборудования массой $G_0 = 12$ т на металлических санях по деревянной эстакаде с углом наклона к горизонту $\alpha = 20^\circ$ с использованием металлических катков диаметром $d = 150$ мм.

Решение. 1. Определяем величину тягового усилия для перемещения оборудования по эстакаде:
 $P = 10G_0 [\sin \alpha + \cos \alpha (k_1 + k_2) / d] = 10 \cdot 12 [0,342 + 0,94 (0,07 + 0,05)/15] = 42$ кН.

2. Находим усилие при страгивании саней с оборудованием с места:
 $P_0 = 1,5P = 1,5 \cdot 42 = 63$ кН.

По усилию P_0 рассчитываем тяговый канат и по прилож. VII* подбираем электролебедку типа 114-ТЯ с тяговым усилием 75 кН.

Перемещение оборудования на тележке : по временным рельсовым путям

При таком способе перемещения оборудования применяются 1 специальные монтажные тележки конструкции Гипрохиммонтажа грузоподъемностью от 8 до 250 т массой от 0,7 до 6, 12 т с различными габаритами и колеей от 1524 до 5000 мм.

Расчет такелажной оснастки (рис. 16, а)

1. Определяют тяговое усилие, необходимое для перемещения тележки с грузом по рельсовым путям (кН):

по горизонтальной поверхности

$$P = 10 G_0 f_0;$$

по наклонной поверхности (эстакаде)

$$P = 10 G_0 (\sin \alpha + f_0 \cos \alpha),$$

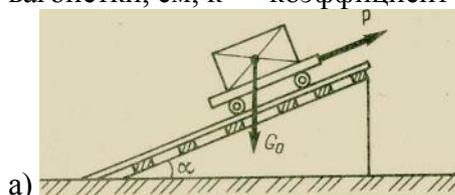
где G_0 — масса тележки с грузом, т; α — угол наклона рельсового пути к горизонту;

f_0 — коэффициент тяги: $f_0 = (f d + 2k) / D$ (для вагонеток с подшипниками качения

приближенно можно считать $f_0 = 0,01$; для вагонеток с подшипниками скольжения

$f_0 = 0,02$); f — коэффициент трения скольжения в цапфах: $f = 0,1$; d — диаметр цапф осей

вагонетки, см; k — коэффициент трения качения для колес: $k = 0,05$; D — диаметр колеса, см.



а)

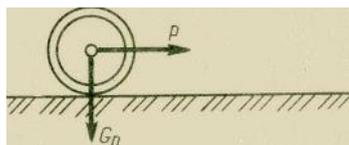
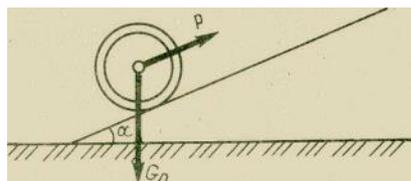


Рисунок 16. Расчетные схемы перемещения оборудования по горизонтальной и наклонной плоскостям

а — на тележке по рельсовым путям; б — перекатыванием

2. Для сдвига тележки с грузом с места необходимо расчетное тяговое усилие увеличить на 50 %:

$$P_c = 1,5 P$$

По найденному усилию рассчитывают тяговый канат или полиспаг и подбирают для них тяговый механизм (прилож. VII* или табл. 8, 9).

Пример. Рассчитать тяговое устройство для перемещения оборудования массой $G_0 = 120$ т на тележке с колесами на подшипниках скольжения по горизонтальному рельсовому пути.

Решение. 1. Определяем величину тягового усилия для перемещения оборудования:

$$P = 10 G_0 f_0 = 10 \cdot 120 \cdot 0,02 = 24 \text{ кН.}$$

2. Находим усилие для срагивания тележки с оборудованием с места:

$$P_c = 1,5 P = 1,5 \cdot 24 = 36 \text{ кН.}$$

По усилию P_c рассчитываем тяговый канат и по прилож. VII* подбираем электролебедку типа ЛМ-5М с тяговым усилием 50 кН.

Перемещение оборудования перекатыванием

Такой способ перемещения часто применяется при погрузочно-разгрузочных работах и монтажных операциях с оборудованием, имеющим цилиндрическую форму, таким, как аппараты

колонного типа, горизонтальные цилиндрические аппараты и емкости, рулонные заготовки резервуаров и газгольдеров. При этом могут иметь место следующие случаи: тяговый канат закреплен на оси аппарата;

тяговый канат сходит с цилиндрической части аппарата по касательной.

Расчет тяговых усилий при перекачивании крупных изделий является сложным процессом, так как сопротивление перекачиванию зависит от ряда факторов: нагрузки, механических свойств сопрягаемой пары, скорости передвижения и геометрических размеров изделия. Приближенно принято считать, что полное сопротивление перекачиванию прямо пропорционально нагрузке.

РАСЧЕТ ТАКЕЛАЖНОЙ ОСНАСТКИ (рис. 16, б)

1. Усилия в тяговом канате (кН) определяют по следующим формулам:

при перекачивании по горизонтальной плоскости

$$P = 10 G_0 f_k$$

при перекачивании по наклонной плоскости $P = 10G_0 (\sin \alpha + f_k \cos \alpha)$,

где G_0 — масса перекачиваемого аппарата, т; α — угол наклона плоскости к горизонту; f_k — коэффициент сопротивления качению, ориентировочные значения которого при отношении длины аппарата к диаметру больше единицы следующие: сталь по грунту до 0,15
сталь по плотному грунту » 0,08
сталь по дереву » 0,05
сталь по стали » 0,04
железнодорожный состав по рельсам 0,008

Необходимо иметь в виду, что в случае применения двух тяговых устройств, расположенных по длине перекачиваемого аппарата, расчетное тяговое усилие на каждый канат делится пополам.

2. Расчетное тяговое усилие для сдвига груза с места увеличивается на 50 %:

$$P_c = 1,5 P$$

По найденному усилию рассчитывают тяговый канат или полиспаст и подбирают для них тяговый механизм (прилож, VII* или табл. 8, 9).

Пример. Рассчитать такелажную оснастку для перекачивания по эстакаде с деревянным настилом при угле наклона $\alpha = 20^\circ$ цилиндрического аппарата массой $G_0 = 80$ т диаметром $D = 2,5$ м, длиной $l = 16$ м. Два тяговых каната закреплены по оси аппарата.

Решение. 1. Определяем усилие в тяговом устройстве:

$$P = 10G_0 (\sin \alpha + f_k \cos \alpha) = 10 \cdot 80 (0,342 + 0,05 \cdot 0,94) = 311 \text{ кН.}$$

2. Находим тяговое усилие при страгивании аппарата с места: $P_c = 1,5 P = 1,5 \cdot 311 = 467$ кН.

3. Определяем усилие на каждый полиспаст: $P_{п} = P_c / 2 = 467 / 2 = 234$ кН.

4. По усилию $P_{п}$ рассчитываем тяговый канат и полиспаст.

Расчет стропов

1 Определяем натяжение в одной ветви стропа:

$$S = P / (m \cdot \cos \alpha); \text{ (кН)},$$

где P — расчетное усилие прикладываемое к стропу без учета коэффициентов перегрузки и динамичности, кН;

m — общее количество ветвей стропа, шт;

α — угол наклона стропа к вертикали (максимальный угол $\alpha = 45^\circ$, $\cos 45^\circ = 0,707$)

2 Определяют разрывное усилие каната (кН):

$$R_k = S \cdot K_3$$

где **S** – максимальное расчетное усилие в канате, кН;

K₃ – коэффициент запаса прочности (прилож. XI*)

3. В зависимости от назначения, по найденному разрывному усилию подбираем канат по таблице ГОСТа (прилож. I*), устанавливаем его характеристику: тип, конструкцию, временное сопротивление разрыву, разрывное усилие (не менее расчетного), диаметр и массу

государственное бюджетное образовательное учреждение
среднего профессионального образования Новосибирской области
"Новосибирский монтажный техникум"

(тема курсового проекта в строгом соответствии с заданием)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
МГКП. МПОХХХ. УУZZ. ПЗ
(правило присвоения значений шифра приведено далее)

государственное бюджетное образовательное учреждение
среднего профессионального образования Новосибирской области
"Новосибирский монтажный техникум"

(тема курсового проекта в строгом соответствии с заданием)

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
МГКП. МПОХХХ. УУZZ. ПЗ

(правило присвоения значений шифра приведено далее)

Руководитель _____ ФИО

Нормоконтроль _____ ФИО

Консультант _____ ФИО

Выполнил _____ ФИО

Содержание

	страница**
ВВЕДЕНИЕ	4
1 ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	
1.1 Характеристика объекта монтажа	5
1.2 Порядок поставки и приемки оборудования в монтаж	7
1.3 Выбор и обоснование метода монтажа	12
2 РАСЧЕТНО-КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	
2.1 Подбор основных такелажных средств	14
2.2 Тяговые расчеты	
2.3 Расчет стропов	
3 ОХРАНА ТРУДА	
3.1 Мероприятия по технике безопасности	
3.2 Противопожарные мероприятия	
3.3 Мероприятия по промсанитарии, гигиене труда и охране окружающей среды	
4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ	
5 СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.	

(Место штампа форма 3, смотрите далее)

**вы указываете страницу, на которой начинается данный пункт
Каждый раздел пояснительной записки начинается с новой страницы

Буквенные обозначения

G_0 - масса поднимаемого оборудования, т;

n – количество участвующих в подъеме грузоподъемных средств;

h_c – высота стропа, м;

h_3 – запас высоты, м;

p – расчетное усилие прилагаемое к стропу без учета коэффициентов перегрузки и динамичности, кН;

m – общее количество ветвей стропа, шт;

h_k – высота подъема крюков, м;

k_3 – коэффициент запаса прочности для стропа;

C – устойчивость крана от опрокидывания, м;

$M_{уд}$ – удерживающий момент;

$M_{опр}$ – опрокидывающий момент;

K – коэффициент устойчивости;

R – разрывное усилие, кН.

2.1 Подбор основных такелажных средств

(Вам дан пример оформления при подъёме оборудования стреловыми самоходными кранами методом скольжения с отрывом от земли.)

2.1.1 Определяем требуемую грузоподъемность крана :

$$G_{\text{тр}}^{\text{кр}} = G_0 / n_{\text{к}}; \text{ (т)} \quad (1)$$

$$G_{\text{тр}}^{\text{кр}} = 13 / 1 = 13 \text{ т}$$

2.1.2 Определяем требуемую высоту подъема крюка крана:

$$h_{\text{кр}}^{\text{тр}} = h_0 + h_c + h_{\text{пп}} + h_z, \text{ где} \quad (2)$$

$$h_c - \text{высота строповки} = 3,15 \text{ м}$$

2.1.3 По грузовысотной характеристике подбираем кран МКГ-16 с вылетом крюка 4 м, с длиной стрелы 11 м, грузоподъемностью до 16т и максимальной высотой подъема крюка – 10м

Проверочный расчет устойчивости крана от опрокидывания.

Данный расчет необходим для того, что бы убедиться в надежности работы крана с точки зрения возможности его опрокидывания от действия поднимаемого груза. В основу положена упрощенная методика расчета, которая предполагает ряд допущений, а именно:

на кран действуют только две силы: масса поднимаемого груза (G_0) и собственная масса ($G_{\text{кр}}$);

линия действия сосредоточенного усилия от массы крана совпадает с осью опорно-поворотной платформы крана;

поверхность, на которую установлен кран идеально ровная, т.е. уклон равен нулю.

При таких условиях расчет сводится к определению 2-х моментов опрокидывающего и удерживающего (восстанавливающего), и нахождению их соотношению.

2.1.4 Определяем удерживающий момент:

$$M_{\text{уд}} = 10 \cdot Q \cdot E; \text{ (кН)} \quad (3)$$

$$M_{\text{уд}} = 10 \cdot 26,7 \cdot 1,85 = 494 \text{ кН}$$

2.1.5 Определяем опрокидывающий момент:

$$M_{\text{опр}} = 10 \cdot G_0 (l_{\text{кр}} - E); \text{ (кН)} \quad (4)$$

$$M_{\text{опр}} = 10 \cdot 13 \cdot (4 - 1,85) = 279,5 \text{ кН}$$

2.1.6 Определяем устойчивость крана согласно требованиям:

Условия устойчивости крана:

$$M_{\text{уд}} / M_{\text{опр}} > 1,4 \quad (5)$$

$$494 / 279,5 > 1,4$$

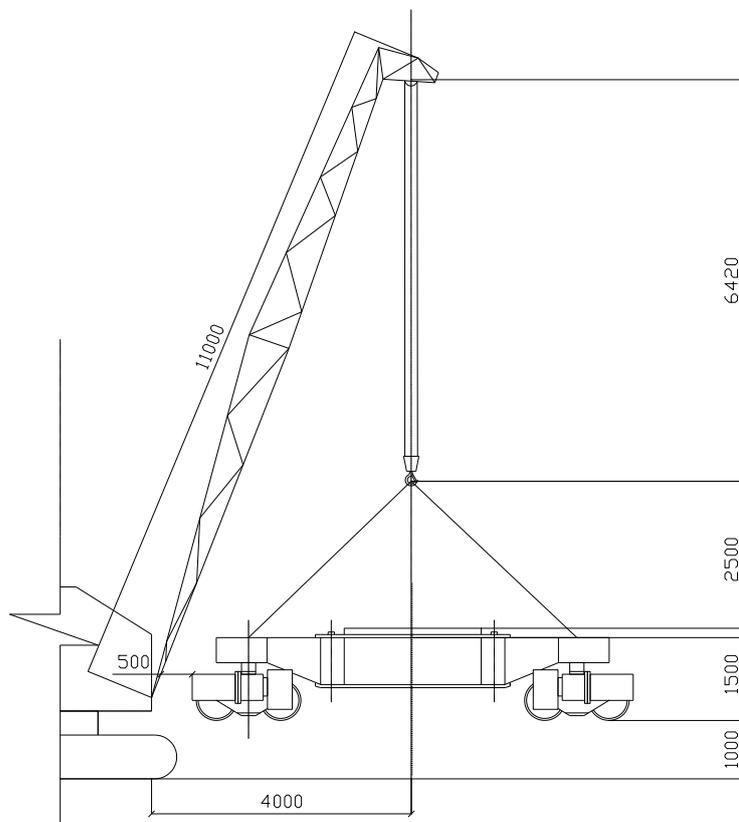
$$1,7 > 1,4$$

Проверка возможного «подрезания» стрелы крана при подъеме груза.

Самым простым способом проверки подрезания стрелы является графический способ. В этом случае вычерчивается стрела крана в масштабе при данном вылете крюка и груз под стреловом пространстве, с учетом минимального расстояния безопасности от края груза до стрелы (0,5 м). В данном случае необходимо знать ещё ширину стрелы, условно её можно принять равной 1 – 2 м, после того как будет груз в максимальном поднятом

положении и стрела крана при данном вылете крюка, то станет наглядно видно, подрезается стрела грузом или нет. По выше вычисленным значениям моментов опрокидывания и удержания делаем вывод, данный кран подходит для подъёма груза.

ПРОВЕРКА НА ПОДРЕЗАНИЯ СТРЕЛЫ



МАСШТАБ 1:100

Рисунок 3

2.2 Тяговые расчеты

Оборудование на небольшие расстояния в пределах монтажной зоны может перемещаться как по горизонтальной, так и по наклонной плоскостям различными способами: на санях, подкладных листах, волоком, на катках, на специальных тележках по рельсовым путям, путем перекачивания, путем перевозки на прицепах-тяжеловозах.

Расчет такелажной оснастки для каждого из этих способов имеет свои особенности.

2.2.1 Определяем суммарное сопротивление (кН) движению всего транспорта:

$$F=10G_T \cdot f_T + 10 \cdot (G_{п} + G_o) \cdot f_{п} + 10 \cdot (G_T + G_{п} + G_o) \cdot f \cdot \gamma \quad (6)$$

$$F=10 \cdot 23 \cdot 0,2 + 10 \cdot (11 + 13) \cdot 0,05 + 10 \cdot (23 + 11 + 13) \cdot 0,01 = 19 \text{ кН}$$

2.2.2 Рассчитываем необходимое тяговое усилие (кН) для страгивания автопоезда с места с учётом увеличения тяговой нагрузки примерно на 50%:

$$F_T = 1,5 \cdot F \quad (7)$$

$$F_T = 1,51 \cdot 9 = 28,5 \text{ кН}$$

2.2.3 Определяем силу тяги подобранного тягача по мощности двигателя на ведущих колёсах автомобиля или гусеницах трактора (кН):

$$F_d = 3.67N \cdot \eta \cdot v \quad (8)$$

$$F_d = 3.67 \cdot 3860 \cdot 0.85 / 60 = 20 \text{ кН}$$

2.2.4 Подсчитываем силу тяги тягача по сцеплению с поверхностью дороги (кН):

$$F_c = 10 \cdot G_c \cdot \varphi \quad (9)$$

$$F_c = 10 \cdot 13.8 \cdot 0.85 = 117 \text{ кН}$$

2.3 Расчет стропов

Стропы у стальных канатов применяются для соединения монтажных полиспастов с подъемно-транспортными средствами (мачты, порталы, шевры, монтажные блоки), якорями, а также для строповки поднимаемого и перемещаемого оборудования с подъемно-транспортными механизмами.

На практике монтажа используют следующие типы канатных строп:

обычные, к которым относятся (универсальные и одно-двух-трех-четырёх ветвевые);

для строповки тяжеловесного оборудования преимущественно используются инвентарные витые стропы, выполняемые в виде замкнутой петли путем последовательной, параллельной укладки перевитых между собой витков каната вокруг центрального витка.

2.3.1 Определяем натяжение в одной ветви стропа:

$$S = P / (m \cdot \cos \alpha); \text{ (кН)} \cos 45^\circ = 0,707 \quad (10)$$

$$S = 10 \cdot 13 / (0,707 \cdot 4) = 46,4 \text{ кН}$$

2.3.2 Находим разрывное усилие ветви стропа по формуле:

$$R = S \cdot K_3; \text{ (кН)} K_3 = 4 \quad (11)$$

$$R = 46,4 \cdot 4 = 185,7 \text{ кН}$$

2.3.3 По найденному разрывному усилию, пользуясь приложением 1, подбираем канат ЛК – РО конструкции 6 х 36 (1 + 7+7+14) + 1 о.с. с характеристиками:

Временное сопротивление разрыву, МПа – 1764;

Разрывное усилие, кН – 215;

Диаметр каната, мм – 20;

Масса 1000м каната, кг – 1520.

1 Схема строповки

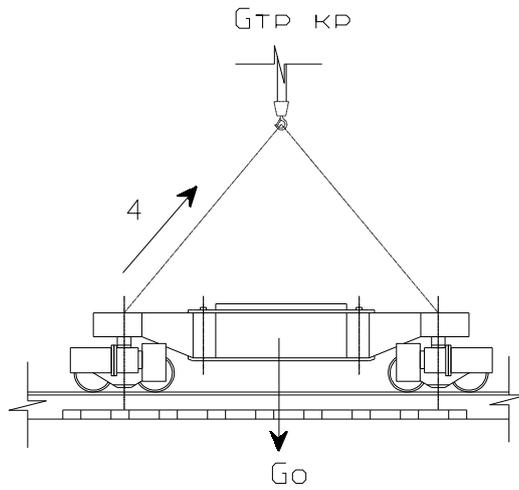
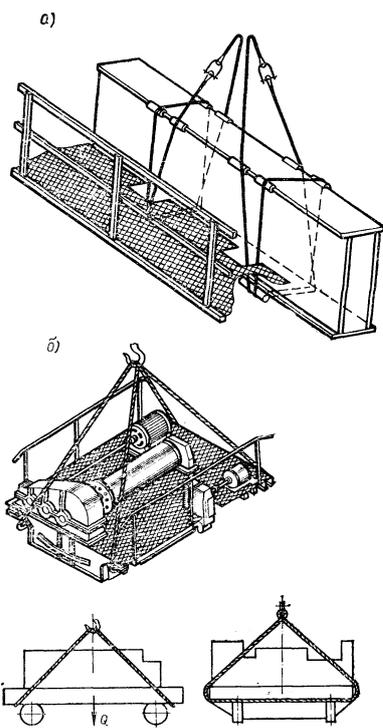
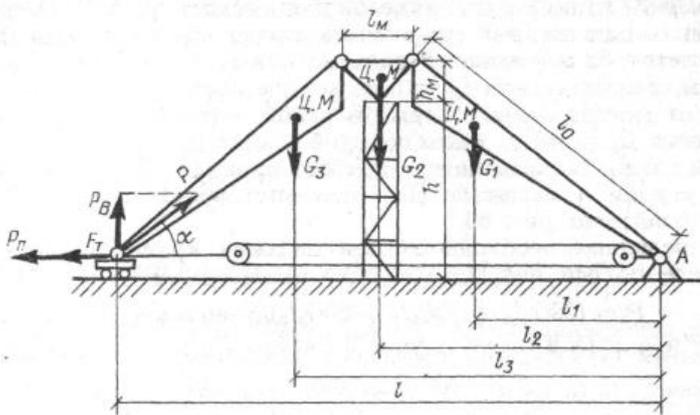


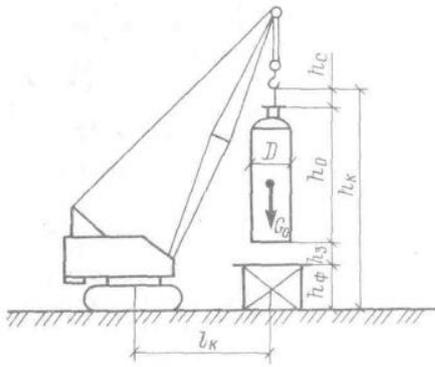
Рисунок 4



Способы строповки

Расчетная схема подъема оборудования стяжными полиспастами





Расчётная схема монтажа при подъёме оборудования методом скольжения с отрывом от земли

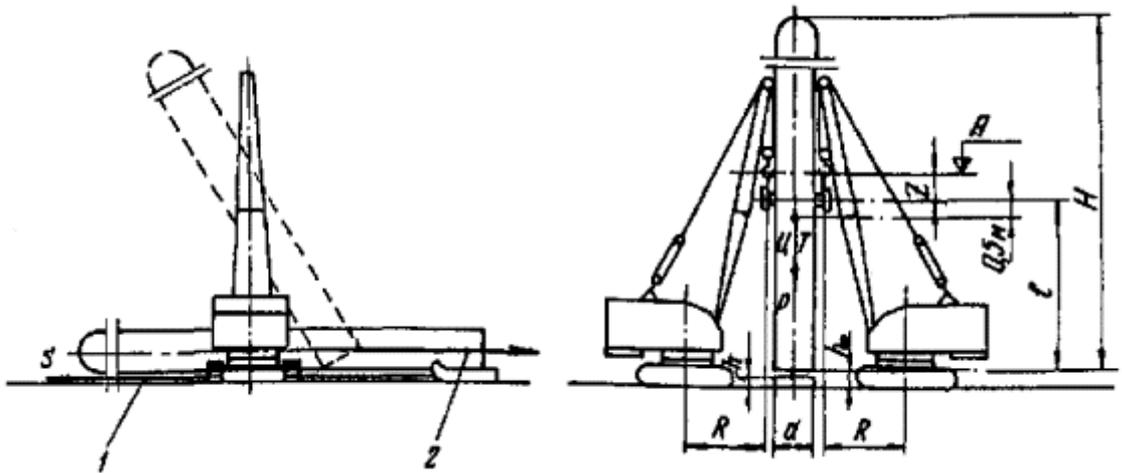


Схема подъема аппарата спаренными кранами методом скольжения 1 - подтаскивающая система; 2 - тормозная оттяжка

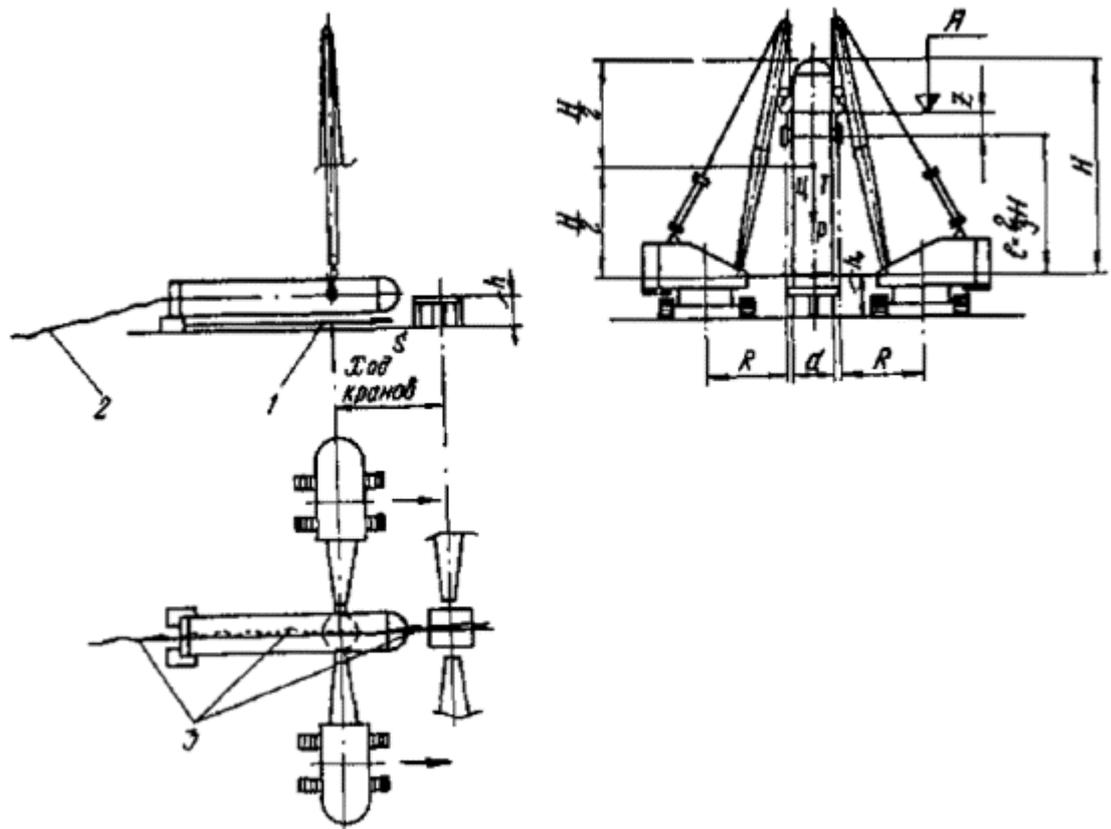
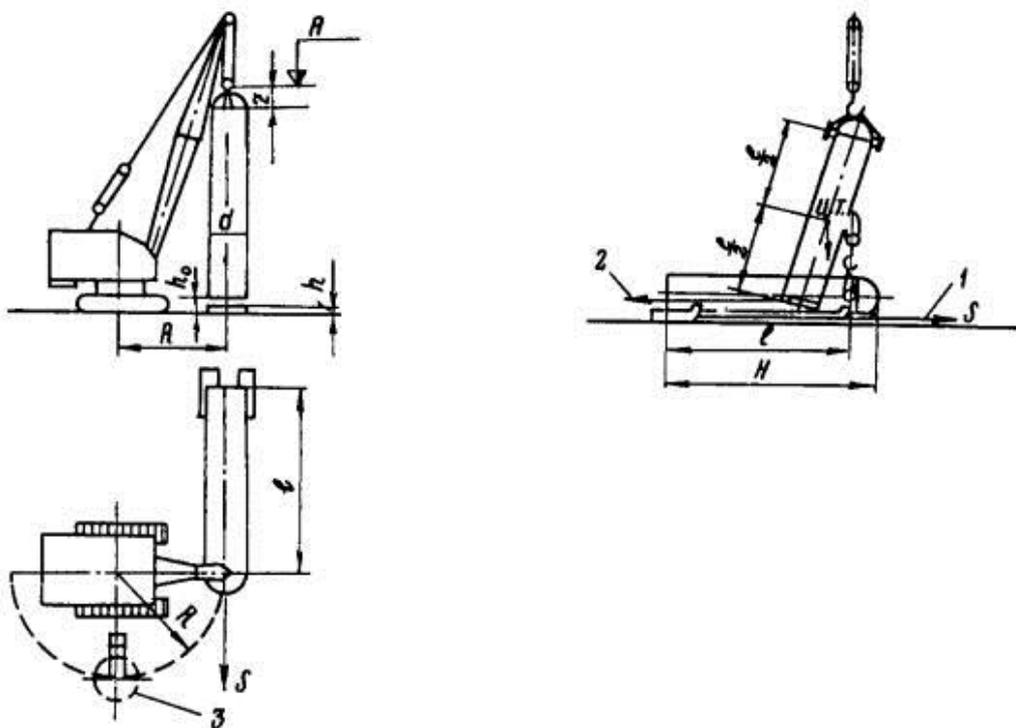
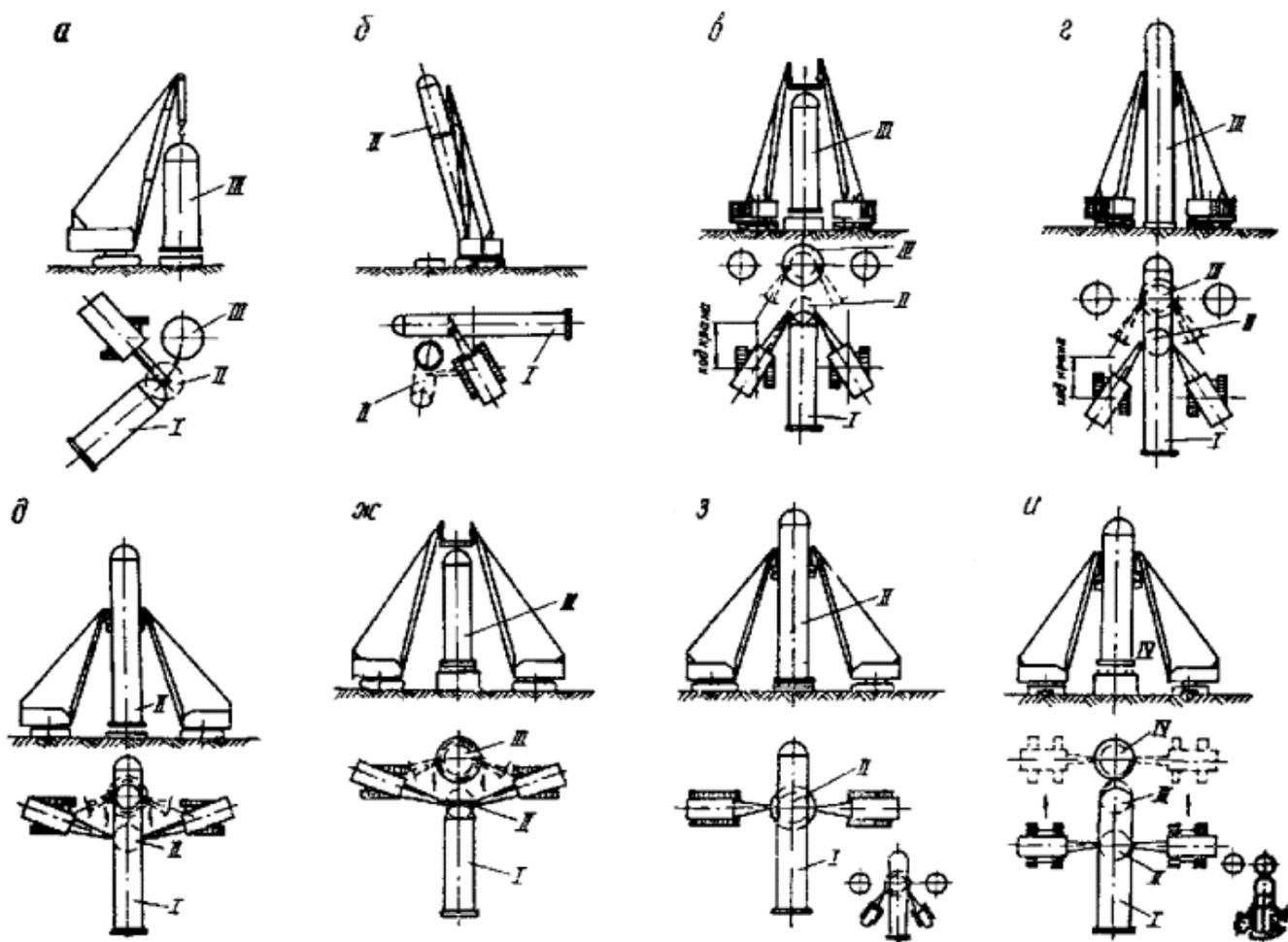


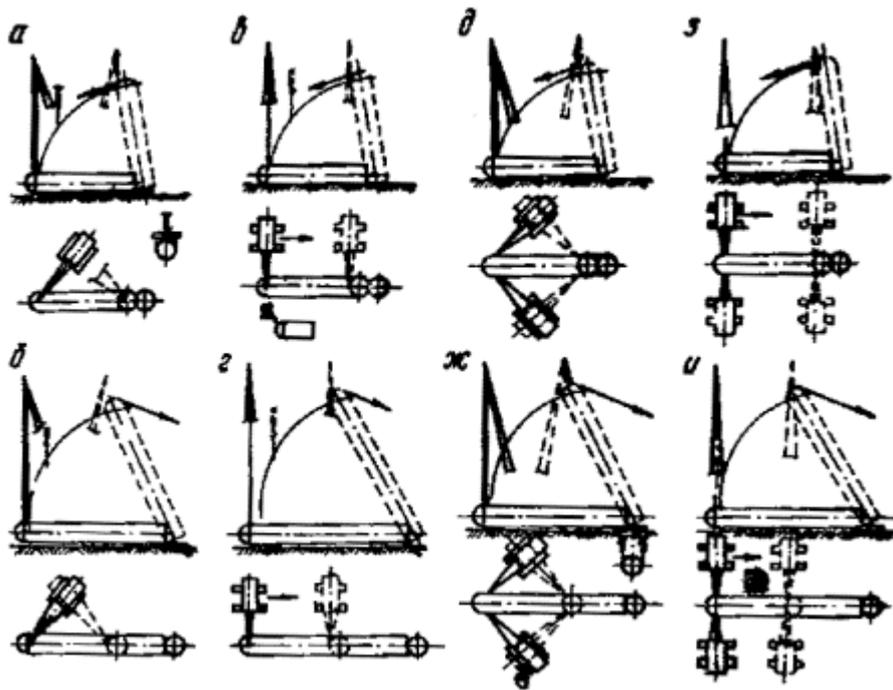
Схема подъема аппарата спаренными кранами методом скольжения при строповке на высоте $2/3$ от основания с передвижением кранов 1 - подтаскивающая система; 2 - тормозная оттяжка; 3 - расчалки для удержания аппарата от



раскачивания



Основные схемы подъема вертикальных аппаратов кранами методом скольжения: I, II, III, IV - положения аппарата в процессе подъема



Основные схемы подъема вертикальных аппаратов кранами методом поворота вокруг шарнира

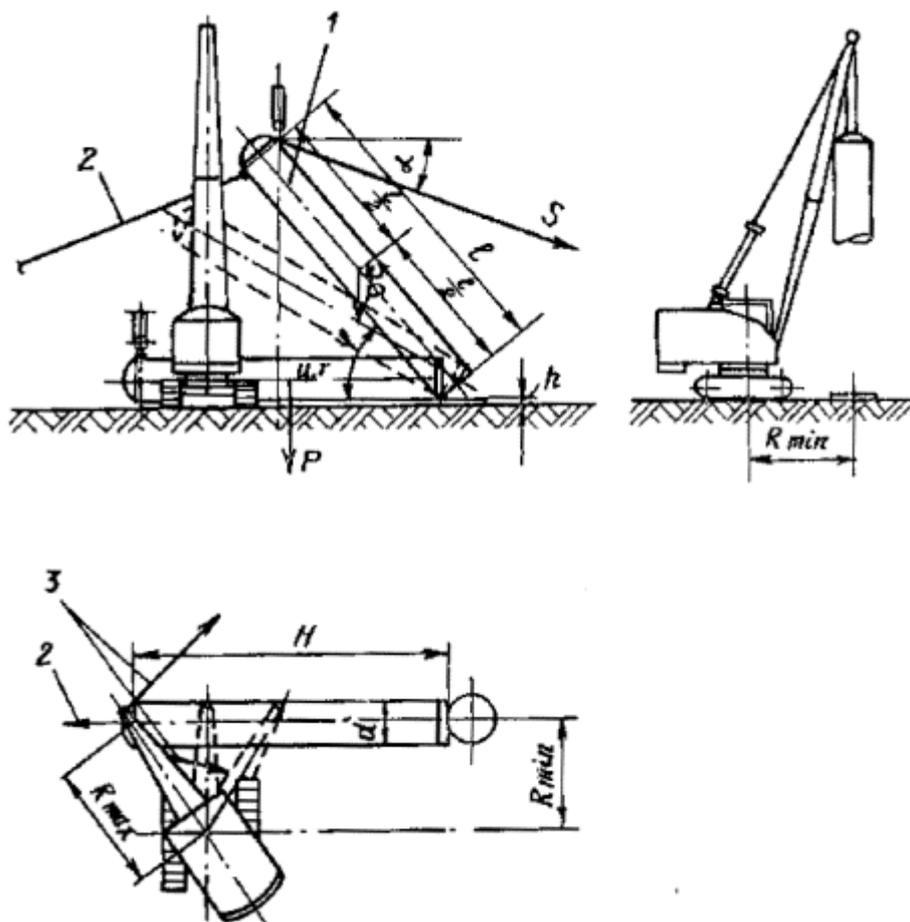


Схема подъема аппарата одним краном методом поворота при строповке за вершину 1 - положение аппарата, при котором в работу включается дотягивающая система; 2 - тормозная

оттяжка; 3 - боковые расчалки

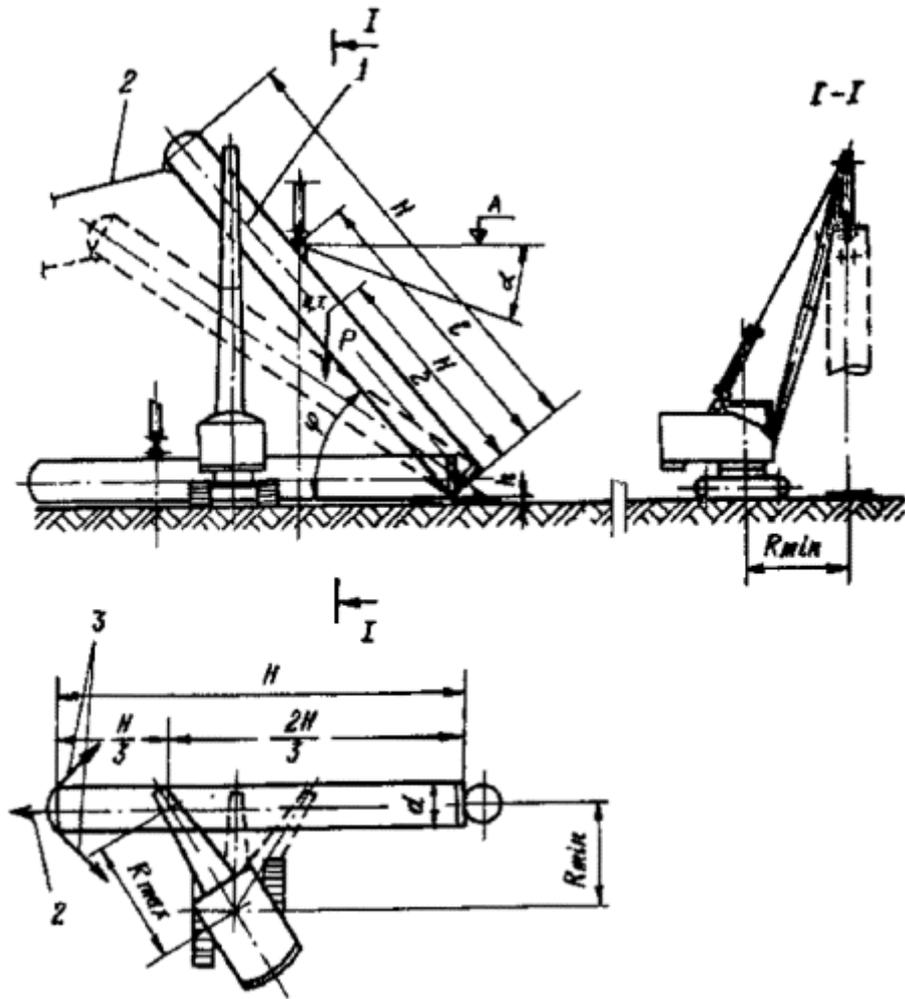


Схема подъем аппарата одним краном методом поворота при строповке на расстоянии $2/3$ высоты аппарата: 1 - положение аппарата, при котором в работу включается дотягивающая система; 2 - тормозная оттяжка; 3 - боковые расчалки

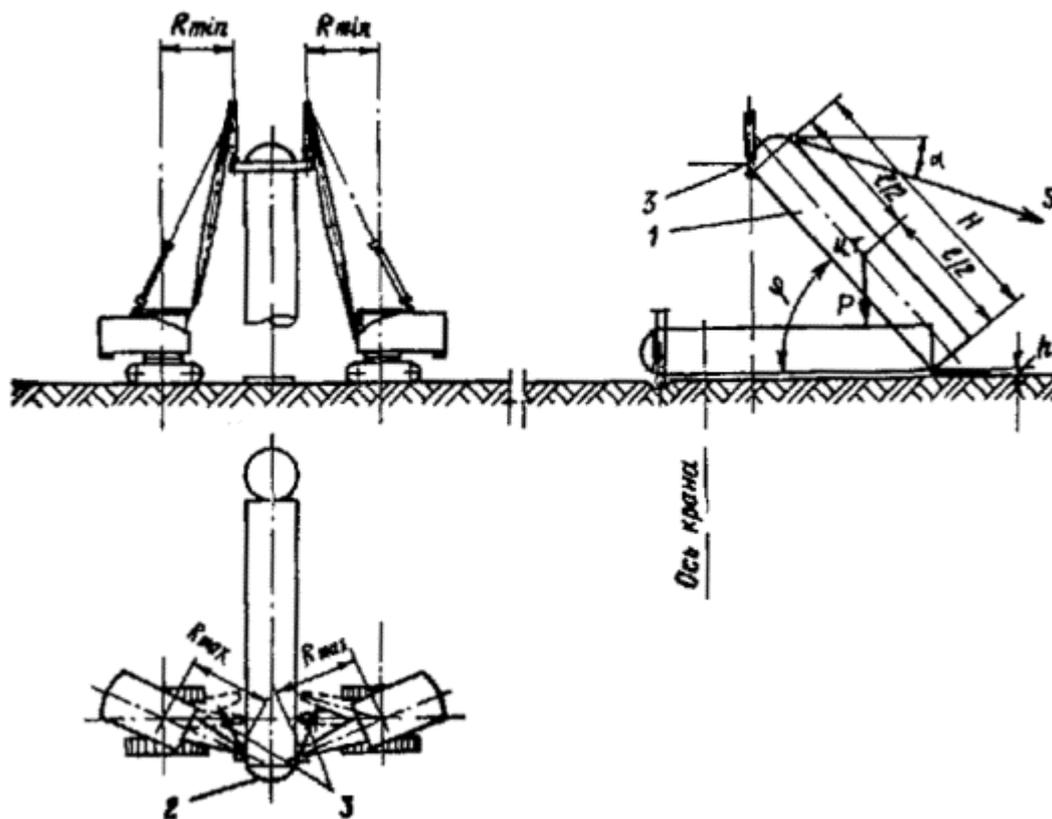


Схема подъема аппарата спаренными кранами методом подхвата с подхватом снизу за вершину: 1 - положение аппарата в момент включения дотягивающей системы; 2 - тормозная

оттяжка; 3 - боковые расчалки

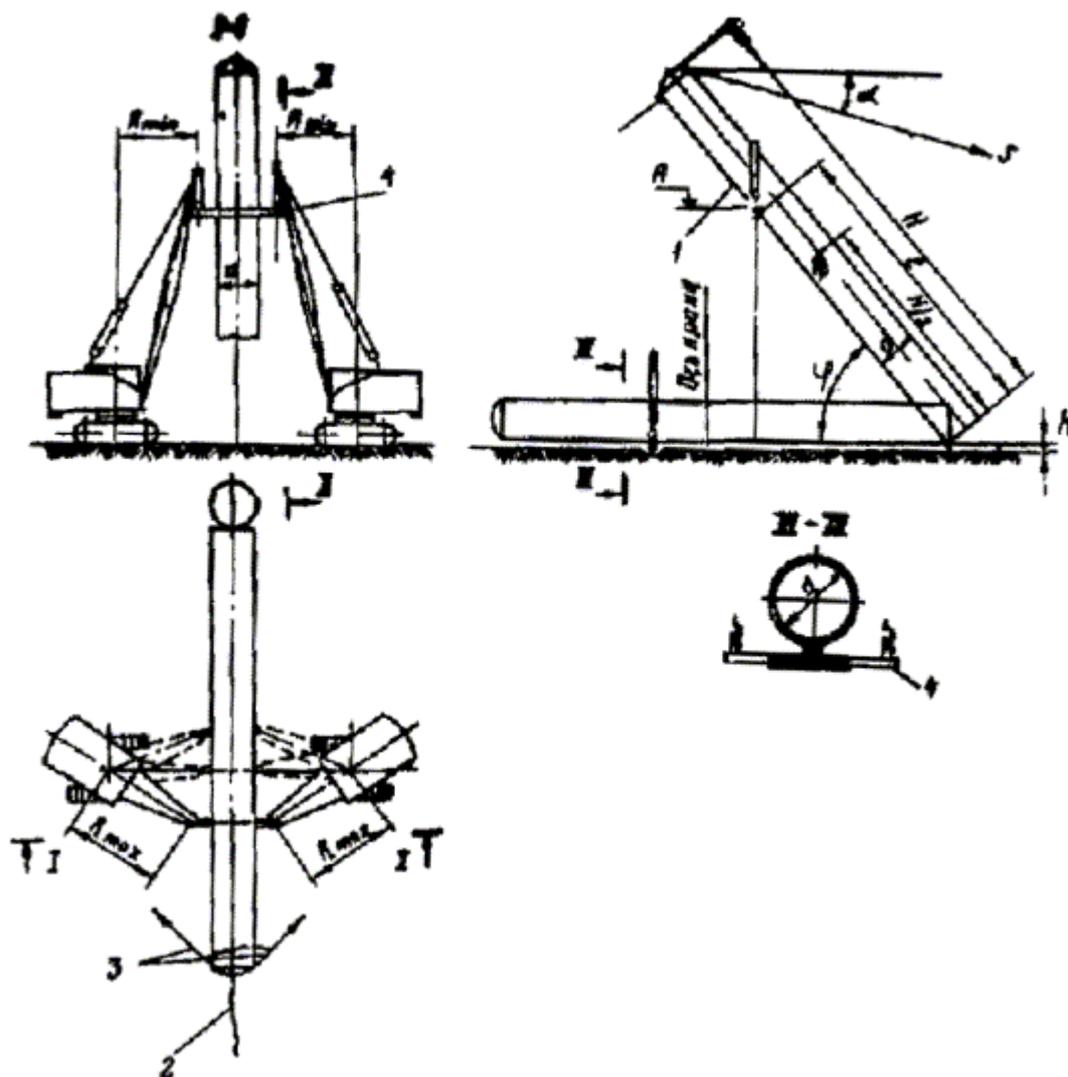
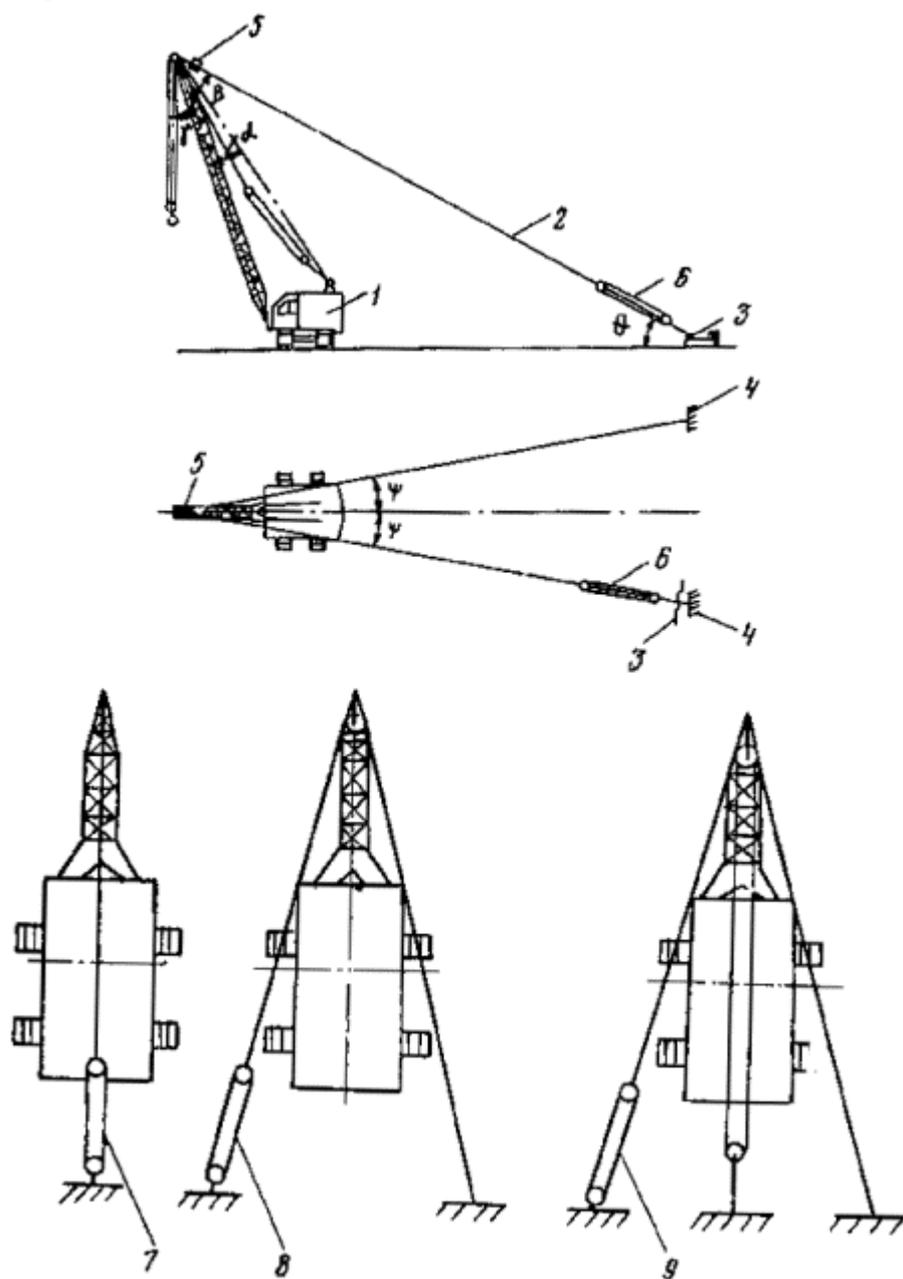
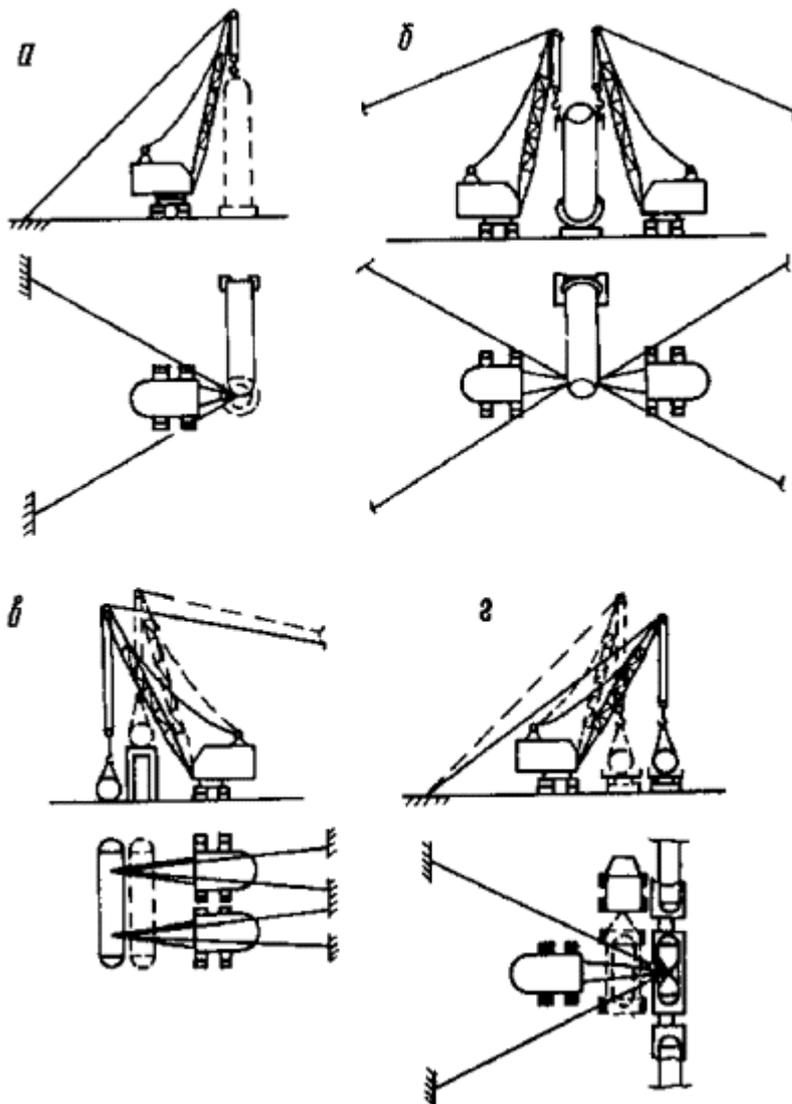


Схема подъема аппарата спаренными кранами методом поворота с подхватом снизу на расстоянии $2/3$ высоты аппарата: 1 - положение аппарата, при котором в работу включается дотягивающая система; 2 - тормозная оттяжка; 3 - боковые расчалки; 4 - траверса с шаровой

опорой

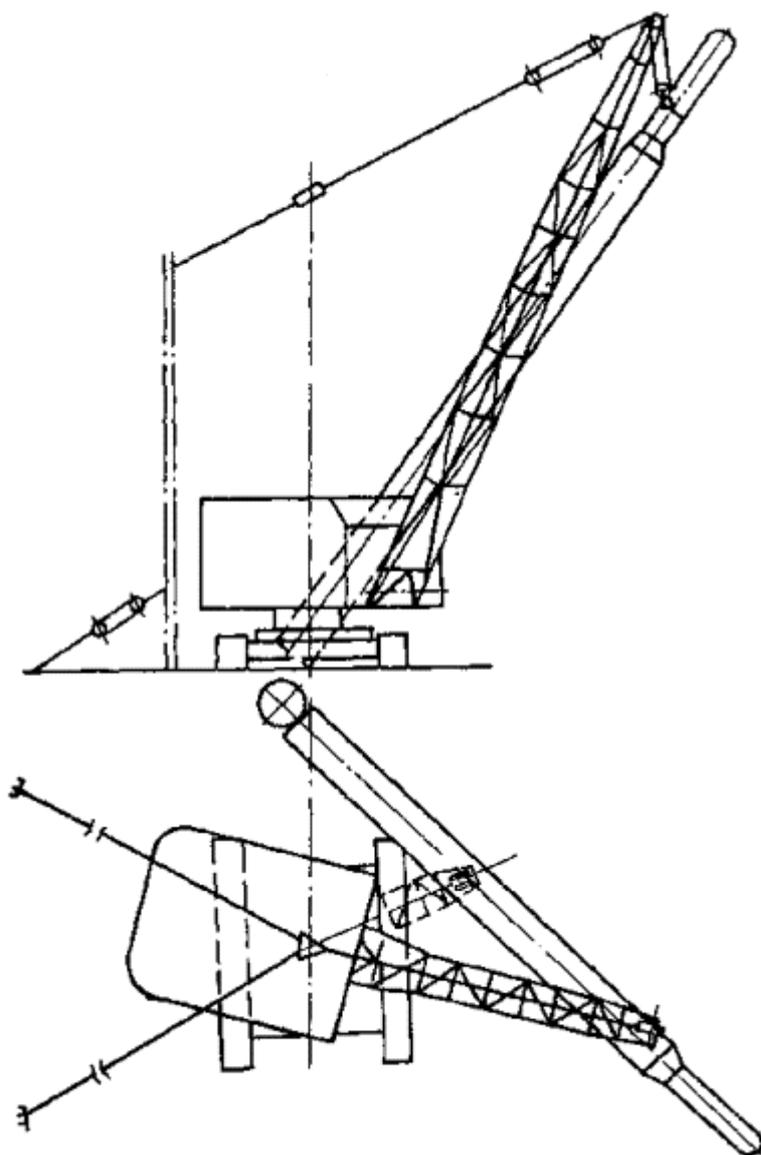


Кран с неманевренной расчленной стрелой: 1 - кран; 2 - расчалка; 3 - лебедка; 4 - якорь; 5 - уравнительный блок; 6 - полиспаст ветвей системы расчаливания; 7 - одноветвевая система расчаливания; 8 - двухветвевая; 9 - трехветвевая

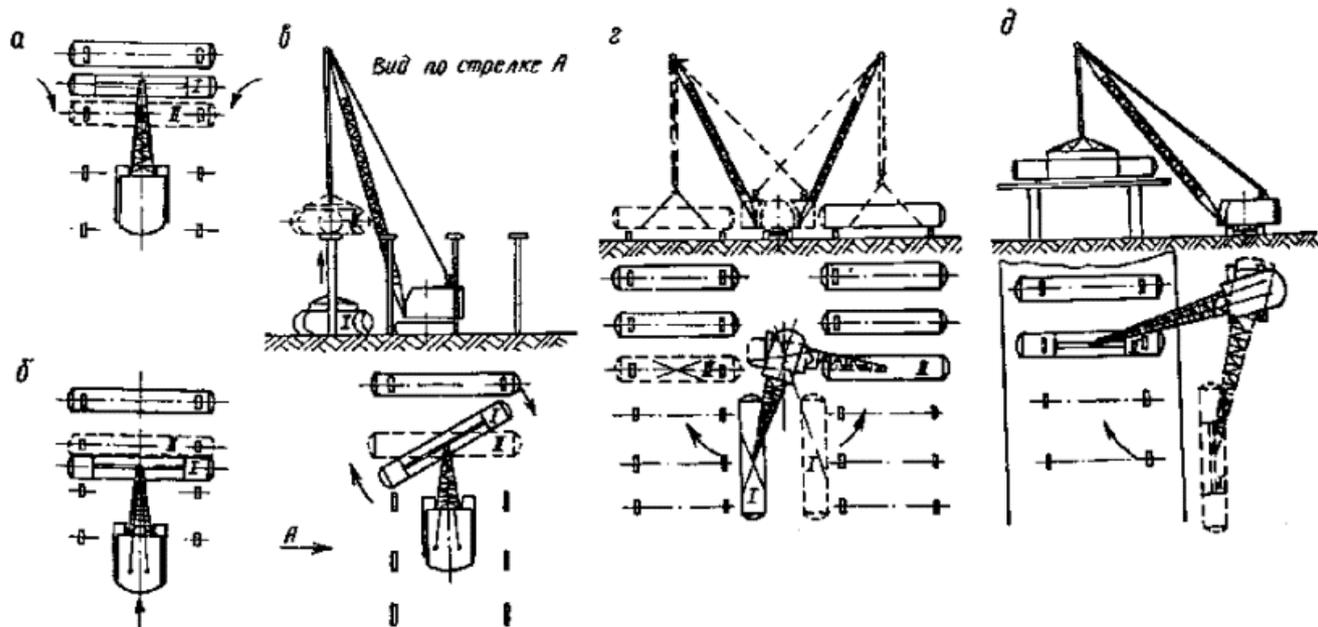


Схемы использования кранов с неманевренными расчлененными стрелами: а - подъем вертикального аппарата одним краном методом скольжения; б - подъем вертикального аппарата двумя кранами методом скольжения; в - подъем горизонтального аппарата двумя кранами; г - перегрузка оборудования краном с железнодорожной платформы на трейлер

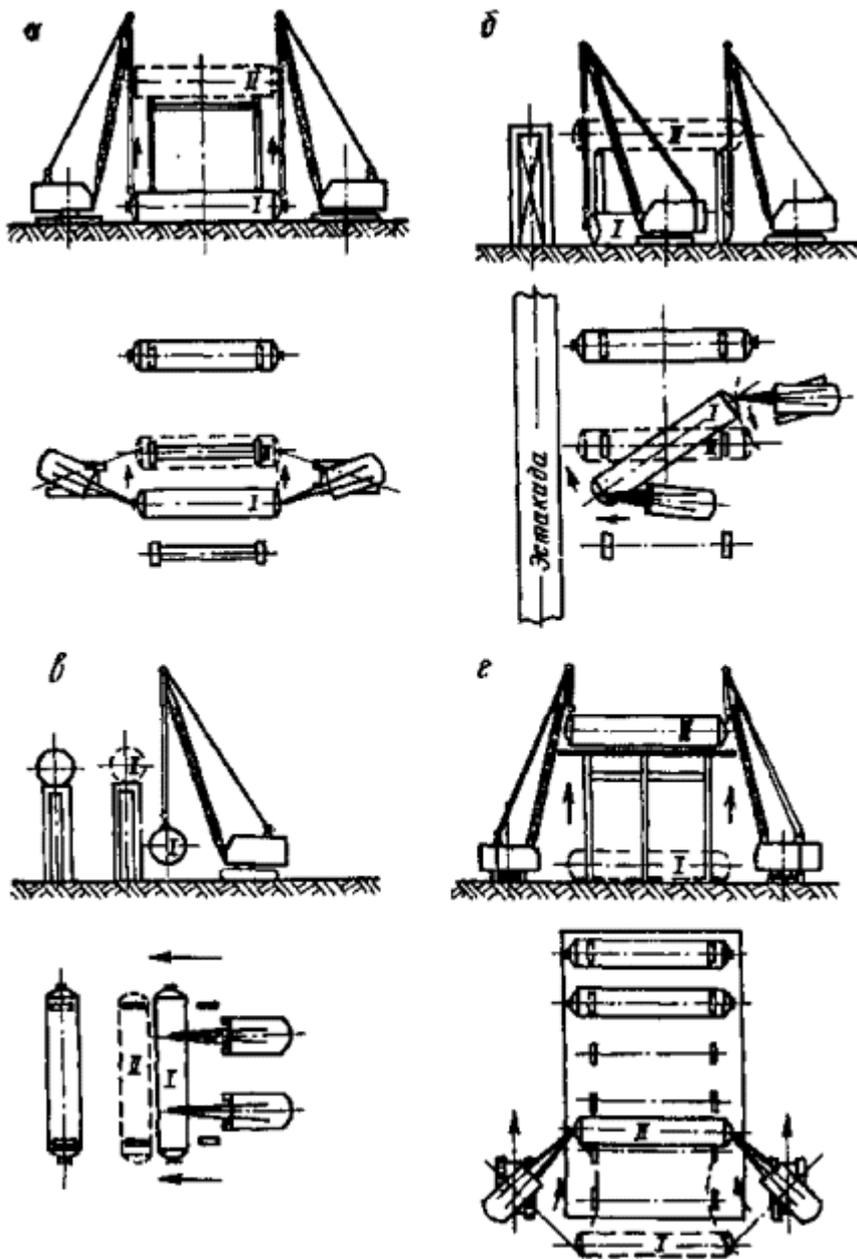
а - подъем аппарата; б - подъем стрелы с ригелем; 1 - подтаскивающая система; 2 - тормозная оттяжка



Подъем аппарата методом поворота вокруг шарнира с использованием крана с маневренной расчлененной стрелой



Рекомендуемые схемы подъема горизонтальных аппаратов одним краном: I и II - положения аппарата



Рекомендуемые схемы подъема горизонтальных аппаратов спаренными кранами: I и II - положения аппаратов

Форма 3 - Для листов:

основных комплектов рабочих чертежей;
основных чертежей разделов проектной документации;
графических документов по инженерным изысканиям

Technical drawing of Form 3, a sheet layout for engineering documents. The drawing shows a main sheet with a header area on the left and a table area on the right. Dimensions are provided for various sections.

The header area on the left has a total width of 20 units, divided into four columns of 5 units each. The height of the header area is 115 units, divided into sections of 10, 15, 20, 20, 25, 35, and 25 units.

The table area on the right has a total width of 185 units and a total height of 115 units. It is divided into several rows and columns. The top row has a width of 120 units. The table area is divided into sections of 10, 10, 10, 10, 15, and 10 units in width. The height of the table area is divided into sections of 10, 15, 5, 10, 10, and 15 units.

The table area includes a grid for 'Изм.' (Changes), 'Кол. уч.' (Quantity), 'Лист' (Sheet), '№ док.' (Doc. No.), 'Подп.' (Signature), and 'Дата' (Date). It also includes a section for 'Стадия' (Stage), 'Лист' (Sheet), and 'Листов' (Total sheets).

The table area is divided into sections (1) through (4). Section (1) is a large empty area. Section (2) is a table with columns for 'Изм.', 'Кол. уч.', 'Лист', '№ док.', 'Подп.', and 'Дата'. Section (3) is a table with columns for 'Стадия', 'Лист', and 'Листов'. Section (4) is a table with columns for 'Лист' and 'Листов'.

The table area also includes a section for 'Копировал' (Copied) with a width of 26 units.

- (1) Записывается шифр

МГКП. МПОXXX. УУZZ

где XXX – номер группы, например для группы МПО-11-1 вместо XXX записываются 111, для МПО-12-1 - 121

УУ- порядковый номер студента по списку группы, или последние две цифры зачетной книжки, например, если у вас номер 15, то вы записываете – МГКП. МПО111. 15, если ваш номер 1, то вы записываете - МГКП. МПО111. 01

ZZ – порядковый номер листа (чертежа), например, если вы выполнили первый лист, а ваш порядковый номер по списку группы -1, то вы записываете – МГКП. МПО111. 0101,

например, если вы выполнили шестой лист, а ваш порядковый номер по списку группы - 25, то вы записываете – МГКП. МПО111. 2506

- (2) Записывается место, где производится подъём оборудования или грузоподъёмного механизма. Данные берутся из темы задания.

Например, тема задания на курсовое проектирование: «Подъём барабанной сушилки, завод Цветныхметаллов, г. Новосибирск», то в графе (2) вы пишете - завод Цветныхметаллов, г. Новосибирск

(3) Записывается тема курсового проекта, без указания места, где производится подъём оборудования.

Например, тема задания на курсовое проектирование: «Подъём барабанной сушилки, завод Цветныхметаллов, г. Новосибирск», то в графе (2) вы пишете - Подъём барабанной сушилки

(4) Записывается название вычерченного узла или схемы. Например, если вы вычертили крюковую подвеску крана, то записываете – Крюковая подвеска, если вы чертили схему подъёма оборудования, то вы записываете – Схема монтажа.

(6) Записывается – КП

(7) Записывается порядковый номер листа

(8) Записывается общее количество листов

(9) Записывается название учебного заведения – ГБОУ СПО НСО «НМТ»

(10) Записывается снизу вверх:

Руководит.

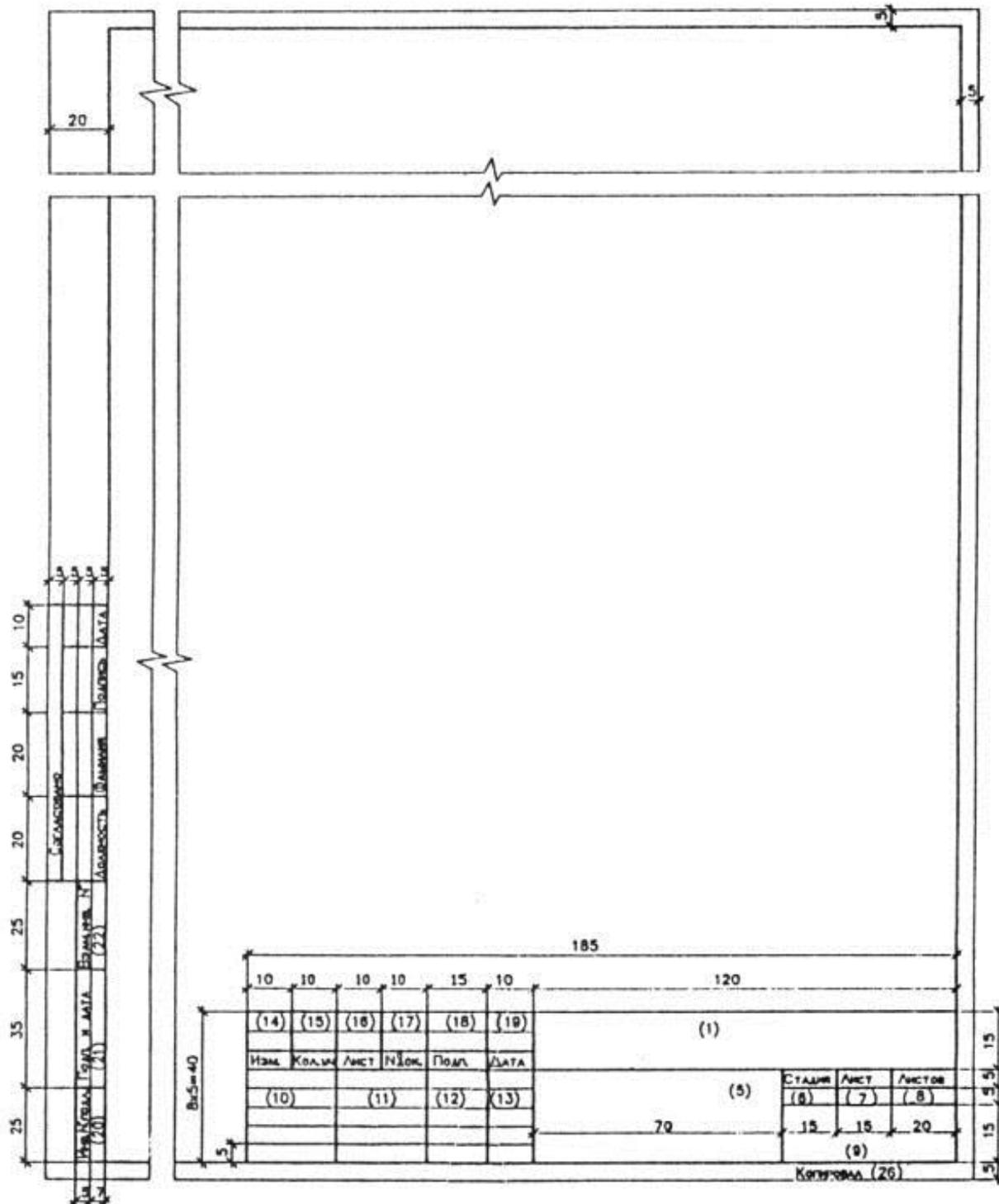
Н.контр.

Консульт.

Разработ.

(11) Записываем фамилии руководителя курсового проекта, преподавателя, осуществляющего нормаконтроль, консультанта и вашу соответственно напротив графы (10)

Графы 12, 13, 14,15,16, 17, 18 и 19 не заполняете.



- Штмп форма 3
Для листов: пояснительная записка 3 лист
(1) Записывается шифр

МГКП. МПОXXX. УУZZ

где XXX – номер группы, например для группы МПО-11-1 вместо XXX записываются 111, для МПО-12-1 - 121

УУ- порядковый номер студента по списку группы, или последние две цифры зачетной книжки, например, если у вас номер 15, то вы записываете – МГКП. МПО111. 15, если ваш номер 1, то вы записываете - МГКП. МПО111. 01

ZZ – порядковый номер листа (чертежа), например, если вы выполнили первый лист, а ваш порядковый номер по списку группы -1, то вы записываете –

МГКП. МПО111. 0101,

например, если вы выполнили шестой лист, а ваш порядковый номер по списку группы - 25, то вы записываете – МГКП. МПО111. 2506

(3) Записывается тема курсового проекта в строгом соответствии с заданием. Например, тема задания на курсовое проектирование: «Подъем барабанной сушилки, завод Цветных металлов, г. Новосибирск»

(6) Записывается – КП

(7) Записывается порядковый номер листа

(8) Записывается общее количество листов

(9) Записывается название учебного заведения – ГБОУ СПО НСО «НМТ»

(10) Записывается снизу вверх:

Руководит.

Н.контр.

Консульт.

Разработ.

(11) Записываем фамилии руководителя курсового проекта, преподавателя, осуществляющего нормоконтроль, консультанта и вашу соответственно напротив графы (10)

Графы 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 и 19 не заполняете.

Штамп форма 6

Для листов: пояснительная записка с 4 листа

The diagram illustrates the layout of a technical drawing sheet (Form 6) with dimensions in millimeters. The sheet is 185 mm wide and 215 mm high. A vertical margin on the left is 15 mm wide, containing fields for 'Инд. № подл.' (20), 'Подл. и дата' (21), and 'Взам. инв. №' (22). A horizontal margin at the top is 10 mm wide. The main drawing area is 175 mm wide and 185 mm high. A table at the bottom of the drawing area has 6 columns: (14) Изм., (15) Кол. уч., (16) Лист, (17) № док., (18) Подл., and (19) Дата. To the right of this table is a field for 'Лист' (7). Below the table is a field for 'Копировал' (26). The drawing area is divided into sections of 10, 10, 10, 10, 15, and 10 mm. A vertical dimension of 5 mm is shown for the table area, and a vertical dimension of 8 mm is shown for the 'Лист' field. A note at the bottom states: 'Примечание — Основную надпись по форме 6 допускается использовать для графических документов по инженерным изысканиям, не используемых в качестве подосновы'.

(1) Записывается шифр

МГКП. МПОXXX. УУZZ

где XXX – номер группы, например для группы МПО-11-1 вместо XXX записываются 111, для МПО-12-1 - 121

УУ- порядковый номер студента по списку группы, или последние две цифры зачетной книжки, например, если у вас номер 15, то вы записываете – МГКП. МПО111. 15, если ваш номер 1, то вы записываете - МГКП. МПО111. 01

ZZ – порядковый номер листа (чертежа), например, если вы выполнили первый лист, а ваш порядковый номер по списку группы -1, то вы записываете – МГКП. МПО111. 0101,

например, если вы выполнили шестой лист, а ваш порядковый номер по списку группы - 25, то вы записываете – МГКП. МПО111. 2506

(3) Записывается тема курсового проекта в строгом соответствии с заданием. Например, тема задания на курсовое проектирование: «Подъем барабанной сушилки, завод Цветных металлов, г. Новосибирск»

(7) Записывается порядковый номер листа