

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
**«МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)»**
ВОЛЖСКИЙ ФИЛИАЛ

ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Методические указания по выполнению курсового проекта
для специальности

23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства (специализация "Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование")

Чебоксары 2022 г.

Составители:

Самсонов А.Н. к.т.н., Иванов М.Ю. к.т.н. Волжский филиал МАДИ

Рецензенты:

Тончева Н.Н., к.т.н., доцент кафедры «Машиноведения» ФГБОУ ВО ЧГПУ им. И.Я. Яковлева;
Егоров В.П. к.т.н., доцент кафедры «Транспортно-технологических машин и комплексов»
ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ.

Грузоподъемные машины и оборудование : методические указания по выполнению курсового проекта для студентов, обучающихся по специальности 23.05.01. Наземные транспортно-технологические средства (специализация «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование»)

Печатается по решению Учебно-методического совета Волжского филиала МАДИ

© Самсонов А.Н., Иванов М.Ю., 2022

© Волжский филиал МАДИ, 2022

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ	5
2. СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА	6
2.1 Структура пояснительной записки	6
2.2 Структура графической части	7
3. ЗАЩИТА КУРСОВОГО ПРОЕКТА	9
4. РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ	10
4.1 Расчет механизма подъема груза	10
4.2 Расчет механизма передвижения крана (тележки)	13
4.3 Расчет механизма передвижения тележки с канатной тягой	14
4.4 Расчет механизма изменения вылета стрелы (стрелоподъемный)	14
4.5 Расчет механизма поворота крана	15
ПРИЛОЖЕНИЯ	17
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	19

...

ВВЕДЕНИЕ

Курсовое проектирование по дисциплине «Грузоподъемные машины» (ГПМ) способствует обобщению и закреплению теоретических знаний студентов и прививает им навыки самостоятельного решения инженерных задач при разработке конструкций сборочных единиц и машин.

При выполнении курсового проекта по ГПМ студент использует ГОСТы, справочную литературу, изучает и применяет современные конструкции машин и лучшие достижения в области отечественного и зарубежного машиностроения. Дальнейшее развитие получают навыки выполнения чертежей, расчетов и составления текстовых конструкторских документов.

Объектами проектирования являются грузоподъемные машины.

Задания на проектирование выдаются преподавателем индивидуально по списку группы.

1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

Особенность проектирования грузоподъемных машин состоит в том, что конструирование механизмов кранов ведется на базе готовых нормализованных узлов (двигателей, редукторов, тормозов, соединительных муфт и т.д.).

Главными задачами студента являются: расчет основных механизмов крана, выбор на основе этих расчетов нормализованных и стандартных сборочных единиц, их рациональная компоновка. Разработка механизмов должна выполняться с учетом их размещения на металлических конструкциях крана. Механизмы должны удовлетворять требованиям надежности, удобства монтажа и демонтажа, обслуживания, безопасности. Все расчеты должны выполняться с соблюдением требований правил Госгортехнадзора России [10].

При выполнении курсового проекта рекомендуется следующая очередность работ.

Получив задание, студент должен по литературным источникам ознакомиться с конструктивными разновидностями кранов, подобных заданному, критически их оценить и выбрать наиболее удачную и современную конструкцию. Затем студент выполняет расчеты механизмов. Определение расчетных нагрузок, действующих на проектируемую машину, и мест их приложения производится по рекомендациям соответствующих литературных источников, конспекта лекций и по аналогии с конструктивно близкими машинами. Основные параметры крана, указанные в задании, должны быть выдержаны. Конструктивная схема крана может быть изменена или дополнена при согласовании с консультантом проекта. Далее разрабатывают сборочные чертежи машины и заданных механизмов, вспомогательных сборочных единиц машины и кинематических схем.

2. СТРУКТУРА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

2.1. Структура пояснительной записки

Пояснительную записку составляют по частям в процессе расчетов и окончательно оформляют в конце выполнения проекта.

Пояснительная записка должна содержать:

- Титульный лист
- Задание
- Аннотация
- Содержание
- Введение
- Расчеты заданных механизмов
- Заключение
- Литература
- Приложения

Титульный лист является первой страницей пояснительной записки, оформляется на стандартном бланке.

Задание на курсовое проектирование выдает руководитель проекта и утверждает заведующий кафедрой. В задании указываются название темы, исходные данные для выполнения проекта, структура проекта, перечень графического материала. Задание подписывают студент и руководитель.

Аннотация должна содержать краткие сведения о цели и задачах проекта, структуре и объеме выполненной работы, способах решения поставленных задач и достигнутых результатах. Аннотация по объему соответствует одному листу формата А4, оформляется на листе по форме 2 ГОСТ 2.104.

В *содержание* выносятся название всех разделов, подразделов с указанием страниц, на которых размещается начало текстового материала. Заголовки содержания должны точно повторять заголовки в тексте. Названия разделов пишутся прописными буквами.

Введение это вступительная часть пояснительной записки. Во введении обосновывается актуальность выбранной темы, цель и содержание курсового проекта, формулируются основные задачи, поставленные для решения в курсовом проекте, объект и предмет исследования, сообщается, в чем заключается прикладная ценность полученных результатов, также может помещаться краткая историческая справка о развитии соответствующей области науки и техники. Объем введения не превышает 2-3 листов.

Расчетная часть пояснительной записки должна содержать полные технические обоснования спроектированной машины и ее отдельных элементов. Все расчеты в записке снабжа-

ют кратким, но связным пояснительным текстом, позволяющим разобраться в существе вопроса без помощи автора. Стил ь изложения материала должен быть предельно точным, не допускающим произвольного и противоречивого толкования какого-либо положения, язык лаконичным и грамотным. Пояснения следует вести в безличной форме («Определение массы» и т.п.). Пояснительный текст не должен содержать устаревшей терминологии. Текст пояснительной записки расчленяют на рубрики (разделы, подразделы, пункты, подпункты), которые должны иметь порядковые номера. Номера подразделов состоят из номеров раздела и подраздела, разделенных точкой. Единицы измерения физических величин должны соответствовать международной системе (СИ), а также временно допустимым к применению некоторым единицам упраздненных систем по состоянию, соответствующему периоду проектирования. Формулы необходимо снабжать ссылками на литературный источник. Если формула повторяется в последующих разделах, то достаточно сделать ссылку на номер формулы.

В конце каждого расчета необходимо делать выводы по полученным результатам, указывать, пригодны ли эти результаты и т.п.

В *заключении* рекомендуется сформулировать основные результаты и выводы по выполненной работе, сделать критические замечания о спроектированной конструкции машины, указать возможность использования других решений.

В *библиографический список* заносят полное библиографическое описание книг и других источников, которые были использованы при выполнении работы и на которые в тексте записки имеются ссылки.

В *приложение* выносятся в обязательном порядке спецификации ко всем сборочным чертежам, имеющимся в графической части проекта.

Пояснительная записка к курсовому проекту оформляется компьютерным (машинописным) способом, кроме того, допускается рукописный вариант оформления работы.

Общий объем пояснительной записки: 25 - 30 стр. Формат А4, рамка форма 2 и 2а. Печать на компьютере: шрифт «Times New Roman» размер 14, полуторный интервал. Поля: левое – 30 мм , правое - 10 мм, верхнее -15мм , нижнее -20мм.

2.2. Структура графической части

Графическая часть выполняется на листах формата не менее А1, при необходимости формат А1 может разбиваться на форматы А2, А3, А4 в любых сочетаниях при условии полного заполнения формата А1. Общее число листов графической части не менее 2. Все чертежи оформляют в соответствии с Единой системой конструкторской документации.

Сборочные чертежи крана и механизмов должны содержать не менее двух проекций. Масштаб чертежей выбирают с таким расчетом, чтобы поле листа было заполнено не менее чем

на 75 %. Масштабы чертежей должны соответствовать ГОСТ 2.302-68. Чертежи крана, механизмов и сборочных единиц должны иметь разрезы и сечения основных узлов.

На чертежах указывают габаритные, присоединительные и установочные размеры, а также посадки зубчатых колес, подшипников и других подобных деталей.

Сборочные чертежи крана и механизмов должны содержать текстовую часть, располагаемую над основной надписью. В текстовую часть входят техническая характеристика и технические требования, которые выделяют соответствующими заголовками. Чертежи деталей содержат, как правило, только технические требования. Текстовую часть оформляют в виде пронумерованных пунктов и располагают на расстоянии 185 мм от линии правого поля.

Пример оформления текстовой части механизма подъема груза:

Техническая характеристика

- | | |
|--------------------------------|---------|
| 1. Грузоподъемность, т | – 10; |
| 2. Скорость подъема груза, м/с | – 0,12; |
| 3. Группа режима | – М6. |

Технические требования

1. Все размеры для справок.
2. Радиальное биение валов редуктора и двигателя не более 0,5 мм; угловое смещение не более 1°.
3. Испытать вхолостую в течение 30 мин. Стук, повышенный шум не допускаются.
4. Покрытие ЭМПФ-115. Эмаль ПФ-115 серая ГОСТ 6465-76.IV.UХЛ4.

3. ЗАЩИТА КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Защиту проекта принимает комиссия, состоящая из двух-трех преподавателей. К защите, срок которой установлен графиком, студент должен представить чертежи и пояснительную записку, подписанные консультантом. В докладе, на который отводится около 5 минут, студент сообщает о задачах проекта и дает краткую его характеристику, уделяя внимание только новизне принятых конструктивных решений, подчеркивая их оригинальность. После этого студент отвечает на вопросы членов комиссии, которые могут быть заданы по всем разделам проекта для всестороннего выявления знаний. Студент доказывает правильность и целесообразность принятых решений.

Оценка курсового проекта производится с учетом качества выполнения чертежей и пояснительной записки и соблюдения сроков по графику.

Далее изложены рекомендации по методике проектирования крановых механизмов.

4. РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ

4.1. Расчет механизма подъема груза

Выбор полиспаста. Этот этап является важным как с точки зрения правильности выбора нагрузки на одну ветвь каната, так и с точки зрения задачи рациональной компоновки и расчета всего механизма подъема. Следует учитывать, что в кранах, где навивка каната осуществляется непосредственно на барабан (мостовые и козловые), необходимо применять сдвоенные полиспасты, что обеспечивает строго вертикальный подъем груза; в стреловых кранах – одинарные. При выборе схемы полиспаста можно использовать данные, приведенные на рисунке 1.

Расчет усилий в канате и выбор каната.

Максимальное усилие F_{σ} в ветви каната, набегающей на барабан, определяют из расчетной зависимости:

$$F_{\sigma} = \frac{Qg}{Z_n U_n \eta_n}, \quad (4.1)$$

где Q – номинальная грузоподъемность крана; Z_n – количество ветвей каната на барабане; η_n – КПД полиспаста; U_n – кратность полиспаста.

Коэффициент полезного действия η_n полиспаста определяют по формуле $\eta_n = \eta_{\sigma}^{n+2}$, где η_{σ} – КПД блока ($\eta_{\sigma}=0,99$); n – количество блоков.

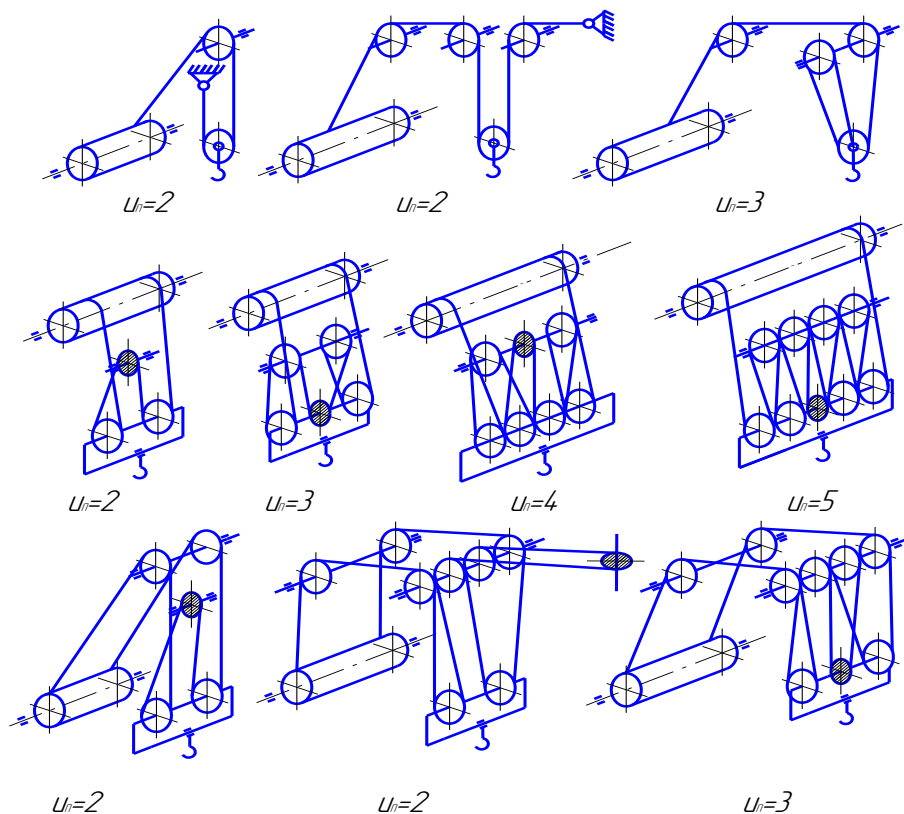


Рисунок 1. – Схемы полиспастов

Выбор каната производят по разрушающей нагрузке F_p , указанной в справочниках [4,7,8,11,12].

$$F_p \geq F_{\sigma} \cdot Z_p, \quad (4.2)$$

где Z_p – коэффициент использования каната (минимальный коэффициент запаса прочности каната), принимаемый по таблице 1.

По значению F_p подбирают стандартный канат двойной свивки типа ЛК.

Таблица 1 – Коэффициент использования канатов Z_p

Группа режима	Значения Z_p для канатов	
	подвижных	неподвижных
М3	3,55	3,0
М4	4,0	3,5
М5	4,5	4,0
М6	5,6	4,5
М7	7,1	5,0
М8	9,0	5,0

Расчет грузовой подвески. Принципиальная схема грузовой подвески определяется схемой полиспаста. Примеры конструкции подвесок приведены в [12,с.270]. Для четных чисел кратности ($U_n=2,4,\dots$) сдвоенных полиспастов могут применяться укороченные крюковые подвески. В этом случае блоки монтируют непосредственно на траверсе крюка.

Расчетный (по центрам витка каната) диаметр D барабана, блока и уравнительного блока определяют по формуле вида

$$D \geq d_k h_i, \quad (4.3)$$

где d_k – диаметр каната;

h_i – коэффициенты выбора диаметров соответственно барабана, блока и уравнительного блока (таблица 2).

Таблица 2 – Коэффициенты выбора диаметров h_i

Группа режима механизма по ИСО 4301/1	Коэффициенты выбора диаметров		
	барабана	блока	ур. блока
М3	14,0	16,0	12,5
М4	16,0	18,0	14,0
М5	18,0	20,0	14,0
М6	20,0	22,4	16,0
М7	22,4	25,0	16,0
М8	25,0	28,0	18,0

Определяют размеры барабана [7,8] и блока [4,7,8]. Производят проверку на прочность барабана [4] и выполняют расчеты крепления каната на барабане и оси барабана [4,7,9].

Применяют в основном однорogie крюки по ГОСТ 6627-94 [4,7,11,12]. Выбор производят по номинальной грузоподъемности крана и группе режима. В записке приводят эскиз хвостовика крюка с указанием основных размеров. Крюки должны быть снабжены предохранительным замком по ГОСТ 12840-80.

Высоту h_r гайки крюка определяют сначала конструктивно: $h_r \approx 1,2d$, где d – наружный диаметр резьбы, мм. Затем проверяют на прочность по условию смятия витков:

$$h_e \geq \frac{4 \cdot 10^4 \cdot Q \cdot p}{\pi \cdot (d^2 - d_0^2) \cdot [\sigma_c]}, \quad (4.4)$$

где Q – грузоподъемность, т; p – шаг резьбы, мм; d и d_0 – наружный и внутренний диаметры резьбы, мм; σ_c – допускаемые напряжения смятия, МПа (для материала гайки – сталь 45, $[\sigma_c] = 30 \dots 35$ МПа). Наружный диаметр гайки $D_e \approx 1,8d$.

Упорный подшипник под гайку крюка выбирают по диаметру хвостовика крюка и статической нагрузке. Подшипник блока выбирают по коэффициенту динамической работоспособности [4]. Приводят эскизы подшипников с основными размерами.

Проводят расчет на прочность: оси блоков, траверсы и щеки [4, с.70...74].

Расчет привода грузоподъемного механизма. Определяют мощность двигателя [4,7]. Выбор электродвигателя производят по расчетной мощности. Для кранов применяют специальные крановые трехфазные асинхронные двигатели серий МТКФ, МТН ГОСТ 185-70 [7,11,12]. В записке помещают эскиз двигателя с основными габаритными и крепежными размерами и его характеристику. Выбранный двигатель необходимо проверить по пусковому моменту [7].

Определяют передаточное число редуктора и по нему и передаваемой мощности (или крутящему моменту) выбирают редуктор. В записке помещают эскиз редуктора с основными размерами и его характеристику. Предпочтение следует отдавать редукторам с тихоходным валом в виде зубчатой полумуфты (исполнение М).

Выполняют проверочный расчет по определению фактической скорости подъема груза. Отступление от заданной скорости подъема разрешается в пределах $\pm 10 \%$.

При соединении быстроходного вала редуктора с двигателем рекомендуются компенсирующие втулочно-пальцевые муфты МУВП ГОСТ 21424-75 с тормозным шкивом на валу редуктора, а также зубчатые муфты с тормозным шкивом ГОСТ 5006-95 [7,11,12].

Выбор типоразмера муфт производят по крутящему моменту. Предпочтение следует отдавать зубчатым муфтам. На эскизе указывают основные размеры.

Тормоз выбирают по тормозному моменту [7]. Коэффициент запаса торможения не менее 1,5 [10]. В записке помещают эскиз тормоза с основными размерами и указывают его характеристику. Необходимо согласовать диаметр тормозного шкива муфты с типоразмером тормоза. Тормоз должен быть нормально закрытый, автоматический.

Приводят схемы и описания ограничителей высоты подъема груза и грузоподъемности или грузового момента.

Для проверки расчетов выполняют предварительный компоновочный чертеж механизма в произвольном масштабе [8]. Элементы механизма изображают упрощенно по наиболее характерным размерам.

При отсутствии зазоров между деталями механизма или их малой величине (менее 5 мм) компоновку (взаимное расположение элементов механизма) следует изменить. Схема компоновки помогает выбрать масштаб чертежа и расположение проекций на чертеже.

4.2 Расчет механизм передвижения крана (тележки)

Выбор кинематической схемы механизма производят исходя из конструктивных особенностей грузоподъемной машины. Мостовые краны могут иметь центральный или отдельный привод с быстроходными или тихоходными валами. На козловых или башенных кранах применяют отдельный привод, ходовые колеса двухребордные. Грузовые тележки могут быть самоходными или с канатной тягой [7,11,12].

Определение массы крана (тележки) проводят по эмпирическим формулам [7] или прототипу. Составляют расчетную схему с указанием всех внешних сил и координат точек их приложения [1,2,7,11,12]. Определяют реакции и по наибольшей из них находят максимальную статическую нагрузку $F_{\text{хк}}$ на колесо. Типоразмер ходового колеса выбирают по комплексу: нагрузка, скорость передвижения, группа режима.

Приводят эскиз ходового колеса с размерами. Указывают типоразмер рельса и дают описание (эскизы) элементов кранового пути [4., с. 118...124].

Ходовые колеса проверяют по контактным напряжениям смятия [2, с. 410...412].

При расчете механизма передвижения крана учитывают три силы: сопротивление передвижению от сил трения в ходовых колесах, уклона рельсовых путей, ветровой нагрузки. Последняя только для кранов на открытой площадке (башенные, козловые). Подобная сумма сил будет действовать в механизме передвижения самоходных тележек [3,7,11,12]. Для тележек с канатной тягой суммарная сила сопротивления будет включать пять слагаемых [2,7,11,12].

Расчетную мощность двигателя определяют или при установившемся движении (без учета сил инерции), или с учетом сил инерции при допустимом коэффициенте перегрузки. По большему значению этих мощностей выбирают двигатель. При отдельном приводе необходи-

мую мощность каждого двигателя получают делением общей мощности на количество двигателей с учетом коэффициента неравномерности приложения нагрузки, равного 10...20 % [11,12].

Для механизмов передвижения кранов и грузовых тележек применяют горизонтальные цилиндрические редукторы; редукторы вертикальные типов ВК, ВКУ, ВКН; навесные редукторы типа ЦЗВК (ЦЗВКФ). Навесные редукторы обеспечивают наиболее компактную компоновку.

Механизм передвижения крана (самоходной тележки) проверяют по пусковому моменту и коэффициенту запаса сцепления. Для механизмов передвижения кранов можно не предусматривать коэффициент запаса торможения, а также использовать управляемые тормозы. Для плавной остановки крана с отдельным приводом, кроме того, применяют последовательное выключение механизмов передвижения.

4.3. Расчет механизма передвижения тележки с канатной тягой (изменения вылета)

Расчет сводится к определению суммы сил сопротивления, которые равны натяжению каната, наматываемого на барабан механизма передвижения. Кроме трех сил сопротивления, возникающих в механизме передвижения крана, необходимо учитывать сопротивление перемещению грузового каната на блоках и натяжение, вызванное провисанием свободной ветви каната. Схема привода механизма передвижения аналогична схеме привода механизма подъема груза, поэтому после определения натяжения каната дальнейший расчет проводят аналогично [2,7,11,12].

4.4. Расчет механизма изменения вылета стрелы (стрелоподъемный)

Изменение вылета стреловых кранов осуществляется изменением угла наклона стрелы к горизонтальной плоскости.

На расчетной схеме указывают внешние силы: Qg – силу тяжести груза; G_c – силу тяжести стрелы; $F_{вс}$ – силу ветрового давления на стрелу; F_o – силу натяжения каната механизма подъема груза; F – силу натяжения каната стрелоподъемного механизма.

По заданной высоте H подъема груза определяют длину ℓ_c – стрелы, $\ell_c = H/\sin 70^\circ$ и $b = \ell_c \cdot \cos 70^\circ$ (для башенных кранов необходимо из H вычесть высоту башни). Определяют наименьший вылет $L_{\min} = b + (1,5...2)$ м.

Определяют грузовой момент $T_Q = QgL_{\min} = \text{const}$. При положении стрелы в $5...10^\circ$ от горизонтали определяют грузоподъемность, соответствующую данному положению, т.е. при наибольшем вылете L : $Q_{\min} = T_Q / L \cdot g$.

Определяют массу m_c стрелы: $m_c = q\ell_c$, где q – погонная масса. Для решетчатых стрел $q = (100...200)$ кг/м; для коробчатых – $(200...400)$ кг/м. Площадь A (м^2) поверхности решетчатых стрел принимают $A = m_c (0,2...0,3)$, где m_c в тоннах. Для коробчатых стрел $A = (0,2...0,4) \cdot \ell_c \sin 70^\circ$. При крайнем нижнем положении стрелы ветровой нагрузкой на нее можно пренебречь.

Составляют уравнение моментов относительно точки крепления (пяты) стрелы:

$$Q'gb' + m_c g \cdot b' / 2 + F_{\text{вс}} \cdot b' / 2 - F_{\text{с}} \ell_1 = F \ell_2, \quad (4.5)$$

где Q' и b' – текущие значения грузоподъемности и плеч при промежуточных положениях стрелы; ℓ_1 ; ℓ_2 – отрезки линий, проведенных через пята до пересечения с линиями действия сил F и $F_{\text{с}}$, перпендикулярно им. Размеры ℓ_1 , ℓ_2 будут зависеть от высоты h стойки, на которой крепится обводной блок. Размер h (1,2...3) м принимают из конструктивных соображений. Рациональность размеров h , ℓ_1 , ℓ_2 проверяют графически.

По силе $F_{\max}$, определенной из уравнения моментов, рассчитывают полиспаст аналогично полиспасту грузоподъемного механизма. Желательно использовать для стрелоподъемного механизма типоразмер грузового каната, который обеспечивают подбором кратности полиспаста.

Определяют скорость V_c точки крепления каната стрелоподъемного механизма $V_c = \omega R$, где R – расстояние от пяты до точки крепления каната; $\omega = \pi n_c / (150...180)$, где n_c – частота вращения стрелы в горизонтальной плоскости (задана).

Определяют мощность двигателя $P_1 = F_{\max} V_c / 10^3 \eta$ и выбирают двигатель. Проверку двигателя не производят. Стандартные элементы выбирают по известным зависимостям [2,7,11,12].

4.5. Расчет механизма поворота крана

Механизм поворота (вращения) содержит двигатель, муфту-тормоз, редуктор, зубчатую пару и опорно-поворотное устройство (ОПУ).

Зубчатая пара может быть внешнего или внутреннего зацепления.

ОПУ могут быть двух видов:

1) в виде комбинаций упорных и радиальных шарикоподшипников;

2) в виде поворотного круга (одно- или двухрядные; шарико- или роликовые).

В консольных кранах используют ОПУ первого вида; в автомобильных, самоходных и башенных кранах – второго.

Механизм поворота консольных кранов рассчитывают в следующей последовательности:

- 1) составляют расчетную схему;
- 2) определяют опорные реакции;
- 3) с учетом опорных реакций и частоты вращения n_c (задана) определяют коэффициенты динамической работоспособности и по ним выбирают упорный и радиальные подшипники;
- 4) определяют суммарный момент T_{Σ} сопротивления повороту относительно оси поворотной части.

Расчет механизма поворота автомобильных, самоходных и башенных кранов включает:

- 1) определение вертикальной силы $F_v = g(Q + m_c + m_{\text{мп}})$, где m_c – масса стрелы; $m_{\text{мп}}$ – масса поворотной платформы [7];
- 2) определение грузового момента $T_Q = QgL$;
- 3) с учетом F_v и T_Q по номограмме [11,12] выбирают круг;
- 4) по формуле [11,12] определяют момент T_{Σ} сопротивления повороту относительно оси круга.

Далее, независимо от типа крана, определяют статический момент

$$T_c = T_{\Sigma} / U_m, \quad (4.6)$$

где U_m – передаточное число механизма; $U_m = U_p \cdot U_{\text{зн}}$, где U_p – передаточное число редуктора; $U_{\text{зн}}$ – передаточное число зубчатой пары ($U_{\text{зн}} = 10 \dots 20$).

Приняв $U_m = 1000$ и $n_l = 1000 \text{ мин}^{-1}$ (n_l – синхронная частота вращения двигателя механизма поворота), выбирают двигатель из условия

$$P_1 \geq T_c / 9,55, \quad (4.7)$$

Двигатель проверяют по пусковому моменту. При учете ветровой нагрузки давление ветра $p = 150 \text{ Па}$ (на кран и груз).

Выбор стандартных элементов – аналогично механизму подъема груза.

В механизме поворота обязательно наличие муфты предельного момента (фрикционной или типа МУВП со срезными штифтами).

Примерные варианты заданий на курсовое проектирование

Задание 1

Студенту_____Группа_____Факультет_____

Спроектировать стационарный полноповоротный кран с переменным вылетом по варианту_____

Основные данные	Вариант							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Грузоподъемность, т	1	1,6	1,6	2	3,2	5	5	8
Вылет, м	4,5	4	5	4	5	4	5,5	4
Скорость в м/мин: подъема груза перемещения тележки	10	12	12	10	8	10	8	12
	24	18	20	20	16	12	18	20
Скорость поворота стрелы, об/мин	Ручной поворот		3	2,5	Ручной поворот		2,5	3
Высота подъема груза	5	6	4,5	5	5	4,5	6	5
Режим работы								

Задание 2

Студенту_____Группа_____Факультет_____

Спроектировать настенный кран по варианту_____

Основные данные	Вариант							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Грузоподъемность, т	1	1	1,6	2	3,2	3,2	5	8
Вылет, м	4,5	4	4,5	5	5	4	5	4
Скорость в м/мин: подъема груза перемещения тележки	8	10	12	12	10	8	10	12
	20	24	20	18	16	12	18	20
Высота подъема груза	5	6	5	6	4,5	5	6	5
Режим работы								

Задание 3

Студенту_____Группа_____Факультет_____

Спроектировать мостовой кран по варианту_____

Основные данные	Вариант							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Грузоподъемность, т	3,2	3,2	5	8	8	5	10	12,5
Пролет, м	17	17	14	20	11	17	23	20
Скорость в м/мин: подъема груза передвижения моста перемещения тележки	12	10	12	20	12	8	10	20
	80	100	60	100	80	60	80	120
	40	40	30	40	40	30	40	40
Высота подъема груза	20	16	12	24	16	12	14	18
Режим работы								

Задание 4

Студенту _____ Группа _____ Факультет _____
 Спроектировать башенный кран по варианту _____

Основные данные	Вариант							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Грузоподъемность, т	3,2	5	8	10	12,5	16	4	20
Вылет стрелы, м	8	6	8	8	10	12	10	12
Скорость в м/мин: подъема груза перемещения тележки	19	18	17	16,5	16	16	19	16
	26	27	18	18	18	15	26	8
Скорость поворота, об/мин	2	2	3	1,5	2	3	2,5	3
Высота подъема груза	10	12	16	20	16	10	10	20
Режим работы								

Задание 5

Студенту _____ Группа _____ Факультет _____
 Спроектировать кран-балку по варианту _____

Основные данные	Вариант							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Грузоподъемность, т	1	1,6	2	2	3,2	3,2	5	5
Пролет, м	17	17	17	14	14	11	14	11
Скорость в м/мин: подъема груза передвижения балки передвижения элек- тротали								
	12	10	7,5	12	8	12	7,5	8
	50	75	30	50	50	75	50	75
	30	15	15	20	15	30	30	30
Высота подъема груза	8	10	8	10	10	8	10	6
Режим работы								

Кроме приведенных заданий преподаватель может выдать индивидуальное задание, например:

- спроектировать козловой кран;
- спроектировать радиальный кран;
- спроектировать электроталь;
- спроектировать консольный кран и т.п.

Список литературы

- 1 Александров М.П. Подъемно-транспортные машины. – М.: Высшая школа, 1985. – 593 с.
- 2 Александров М.П. Грузоподъемные машины. – М.: Высшая школа, 2000. – 552 с.
- 3 Анфимов И.И. Редукторы. Конструкции и расчет. – М.: Машиностроение, 1993. – 464 с.
- 4 Балашов В.П. Грузоподъемные и транспортирующие машины на заводах строительных материалов. – М.: Машиностроение, 1987. – 536 с.
- 5 Вайнсон А.А. Подъемно-транспортные машины. – М.: Машиностроение, 1989. – 431 с.
- 6 Иванченко Ф.К. и др. Расчеты грузоподъемных и транспортирующих машин. – Киев: Высшая школа, 1978. – 574 с.
- 7 Кузьмин А.В., Марон Ф.Л. Справочник по расчетам механизмов подъемно-транспортных машин. – Минск: Высшая школа, 1983. – 272 с.
- 8 Курсовое проектирование грузоподъемных машин /Под ред. С. А. Казака. – М.: Высшая школа, 1989. – 319 с.
- 9 Павлов Н.Г. Примеры расчета кранов. – Л.: Машиностроение, 1976. – 319 с.
- 10 Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. – М.: НПО ОБТ, 2000. – 239 с.
- 11 Справочник по кранам /Под ред. М.М.Гохберга. – Л.: Машиностроение, 1988. Т.1. – 353 с.
- 12 Справочник по кранам /Под ред. М.М.Гохберга. – Л.: Машиностроение, 1988. Т.2. – 559 с.
- 13 Вайнсон А.А. Подъемно-транспортные машины строительной промышленности: Атлас конструкций. – М.: Машиностроение, 1976. – 152 с.
- 14 Желтонога А.И. и др. Краны и подъемники: Атлас конструкций: В 2 ч. – Минск: Высшая школа, 1974. Ч.1. – 116 с.; Ч.2. – 94 с.
- 15 Подъемно-транспортные машины: Атлас конструкций /Под ред. М.П.Александрова и Д.Н.Решетова. – М.: Машиностроение, 1987. – 121с.

Учебное издание

Методические указания по выполнению курсового проекта
для специальности
23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства (специализация "Подъемно-транспортные, строительные, дорожные средства и оборудование")

Составитель: Самсонов А.Н., Иванов М.Ю.

ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ

Компьютерная верстка
Подписано в печать 2022 г. Формат 60х80/16
Печать оперативная. Бумага потребительская.
Усл.п.л. ____ Тираж ____ экз. Заказ №

«МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (МАДИ)»
ВОЛЖСКИЙ ФИЛИАЛ

Отпечатано в Волжском филиале МАДИ
428028 г. Чебоксары, пр. Тракторостроителей, 101