

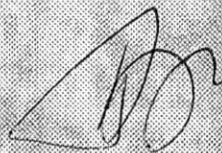
Государственный комитет Российской Федерации по высшему образованию

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ МАШИНЫ

**Методические указания
по курсовому проектированию**

**САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
1995**

A stylized handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke.

Государственный комитет Российской Федерации
по высшему образованию
САНКТ-ПЕТЕРБУРТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра подъемно-транспортных и строительных машин

СПЕЦИАЛЬНЫЕ ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ МАШИНЫ

Методические указания по курсовому проектированию

Санкт-Петербург
1995

Составители : Д.Е.Вортыков, А.Н.Орлов

УДК 621.873.7875

Специальные грузоподъемные машины: Метод. указания по курсовому проектированию/ Сост.Д.Е.Вортыков, А.Н.Орлов;
СПб.Гос.Техн.ун-т.СПб, 1995. 28 с.

Описана последовательность исследования системы изменения вылета стреловых кранов и проектирования специальных механизмов подъема (лебедок) стреловых и мостовых грузоподъемных кранов. Предназначены для студентов специальности "Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование", выполняющих курсовой проект по дисциплине "Специальные грузоподъемные машины".

Табл.9. Ил.18. Библиогр.: 6 назв.

Курсовой проект "Специальные грузоподъемные машины", выполняемый студентами специальности "Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование", состоит из двух частей - конструкторской и исследовательской. В конструкторскую часть входит проектирование специальной лебедки кранов мостового или стрелового типов, в исследовательскую - оптимизация функциональных параметров системы изменения вылета стрелового крана на ЭВМ.

1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ ЛЕБЕДКИ

1.1. Общие положения и требования

Для выполнения конструкторской части курсового проекта "Проектирование специальной лебедки" необходимы знание изученных общенаучных и общинженерных дисциплин, владение навыками конструирования сложных механических систем, самостоятельность конструкторского мышления, поскольку возникающие при проектировании вопросы требуют чаще всего нетипового решения.

Проект лебедки выполняется в соответствии с заданием, которое выдает руководитель. В задании указаны тип и основные технические параметры лебедки. Объектом проектирования могут быть грейферные, многокоростные или специальные лебедки, их кинематические схемы представлены в приложении 1, варианты параметров - в приложении 2. Вариант кинематической схемы лебедки и ее параметры выдает преподаватель. Конкретная схема лебедки может не задаваться, тогда ее выбор входит в состав проекта.

Проект представляет собой один чертеж формата А1 и расчетно-пояснительную записку на 15...20 страницах. Общий вид лебедки разрабатывается в необходимом количестве проекций с подробностью эскизного проекта. Специальные узлы, составляющие специфическую особенность данной лебедки (фрикционные муфты, планетарные муфты, редукторы и т.д.), разрабатываются с подробностью технического проекта (решение всех принципиальных вопросов, касающихся конструкции узлов, расчет размерных це-

пей, сборка и разборка узлов). Чертежи специальных узлов должны быть выполнены так подробно, чтобы можно было произвести их детализовку. Кроме того, на чертеже помещается полная кинематическая схема спроектированной лебедки.

При проектировании лебедки необходимо учитывать следующие требования:

- 1) конструкция лебедки должна быть блочной;
- 2) взаимное расположение узлов лебедки следует увязывать с типом крана;
- 3) при всех вариантах работы лебедки исключается статическая неопределимость осей и валов.

1.2. Последовательность выполнения проекта

С начала проектирования, т.е. уже в процессе выбора схемы, следует особенно тщательно изучить процесс работы лебедки при выполнении всех операций, понять физику явлений, происходящих в лебедке при всех вариантах ее функционирования. Без полного понимания физической стороны дела расчет специальной лебедки невозможен. Поэтому вначале следует составить подробное описание работы лебедки применительно к принятой схеме, в дальнейшем оно войдет в расчетно-пояснительную записку.

После выбора схемы, уяснения всех особенностей работы лебедки и утверждения схемы руководителем следует вести проектирование в две стадии. Первая стадия - компоновка - заключается в разработке компоновочных чертежей лебедки в целом и ее специальных узлов. Требования к компоновке и ее содержанию уже известны по опыту курсового проектирования в дисциплинах "Детали машин" и "Грузоподъемные машины".

При проектировании стальные канаты должны быть проверены расчетом по формуле

$$F_0 > S \times Z_p,$$

где F_0 - разрывное усилие каната в целом (Н), принимаемое по сертификату; Z_p - минимальный коэффициент запаса прочности каната, определяемый по данным табл.1.1; S - наибольшее натяжение ветви каната.

Минимальный диаметр барабанов, блоков и уравнильных блоков, огибаемых стальными канатами, определяется по формулам

$$D_1 > h_1 \times d, \quad D_2 > h_2 \times d, \quad D_3 > h_3 \times d,$$

где d - диаметр каната; D_1, D_2, D_3 - диаметры соответственно барабана, блока и уравнильного блока; h_1, h_2, h_3 - коэффициенты выбора соот-

Т а б л и ц а 1.1

Минимальные коэффициенты запаса прочности канатов Z_p

Группа классификации (режима работы) механизма		Подвижные канаты	Неподвижные канаты
По ИСО 4301/1	По ГОСТ 25835	Z_p	
M1	1M	3,15	2,5
M2	1M	3,35	2,5
M3	1M	3,55	3,0
M4	2M	4,0	3,5
M5	3M	4,5	4,0
M6	4M	5,6	4,5
M7	5M	7,1	5,0
M8	6M	9,0	5,0

Т а б л и ц а 1.2

Коэффициенты выбора диаметров барабана (h_1), блока (h_2) и уравнильного блока (h_3)

Группа классификации (режима работы) механизма		Коэффициенты выбора диаметров		
По ИСО 4301/1	По ГОСТ 25835	h_1	h_2	h_3
M1	1M	11,2	12,5	11,2
M2	1M	12,5	14,0	12,5
M3	1M	14,0	16,0	12,5
M4	2M	16,0	18,0	14,0
M5	3M	18,0	20,0	14,0
M6	4M	20,0	22,4	16,0
M7	5M	22,4	25,0	16,0
M8	6M	25,0	28,0	18,0

Примечание. Допускается изменение коэффициента h_1 , но не более чем на два шага по группе классификации в большую или меньшую сторону с соответствующей компенсацией величины Z_p (см. табл.1.1) на то же число шагов в меньшую или большую сторону.

ветственно диаметров барабана, блока и уравнильного блока, определяемые по данным табл.1.2.

Вторая стадия, выполняемая после утверждения компоновки руководителем, предусматривает разработку чертежей и составление расчетно-пояснительной записки.

При разработке проекта следует стремиться к максимальному использованию нормализованных и стандартизованных узлов и деталей.

2. ОПТИМИЗАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ИЗМЕНЕНИЯ ВЫЛЕТА СТРЕЛОВЫХ КРАНОВ

2.1. Общие положения и требования

При выполнении исследовательской части курсового проекта "Оптимизация функциональных параметров системы изменения вылета стрелового крана" необходимы знания соответствующих разделов курса "Грузоподъемные машины", ранее изученных общинженерных и общенаучных дисциплин, вычислительной математики, численных методов решения уравнений, основ программирования и алгоритмизации для ЭВМ и практические навыки работы на персональном компьютере.

Объект исследования - система изменения вылета (СИБ) стрелового крана, структура которой представлена на рис. 2.1. Она состоит из стреловой системы (СС), предназначенной для уравнивания веса груза, уравнивающего устройства (УУ) для уравнивания веса стреловой системы и механизма изменения вылета (МИВ).

В курсовом проекте для оптимизации может быть предложен один из типов стреловой системы: шарнирно-сочлененное стреловое устройство с прямым (рис.2.2,а) или профилированным (рис.2.2,б) хоботом, прямая стрела с уравнивательным полиспастом (рис.2.2,в) или блоком (рис.2.2,г). Уравнивающее устройство может быть с противовесом на качающемся рычаге и расположено над (рис.2.3,а) или под (рис.2.3,б) поворотной платформой, с подвесным противовесом (рис.2.3,в) или с противовесом на консоли стрелы (рис.2.3,г). Наконец, требуется рассчитать механизм изменения вылета определенного типа - полиспастный (рис.2.4,а), штанговый (реечный или винтовой) (рис.2.4,б) или секторный (рис.2.4,г). Эти разновидности стреловых систем, уравнивающих устройств и механизмов изменения вылета применяются на существующих и проектируемых отечественных и зарубежных стреловых кранах.

Варианты заданий на оптимизацию функциональных параметров системы изменения вылета стрелового крана приведены в Приложении 3.

Графическая часть проекта выполняется на одном листе формата А1. Результаты графоаналитического расчета оптимального варианта системы изменения вылета представляются в расчетно-пояснительной записке объемом 15...20 страниц в табличной форме с необходимыми пояснениями и выводами. К записке прилагают оригиналы печати ЭВМ и материалы их анализа. На чертеже курсового проекта должны быть представлены:

- схема стреловой системы в 6...7 положениях по вылету;



Рис. 2.1. Структура системы изменения вылета стреловых кранов

- траектория груза, рассчитанная на ЭВМ и полученная графическим методом;
- график грузового неуравновешенного момента рассчитанный на ЭВМ, и полученный методом силового графического анализа;
- графики изменения по вылету всех моментов или усилий, действующих на стреловое устройство в плоскости его качания и вызываемых весом груза, отклонением канатов от вертикали, весом хобота (для сочлененных стрел) и ветром, приведенных к тяговому звену механизма изменения вылета;
- эпюры суммарных изгибающих моментов, действующих на стрелу и

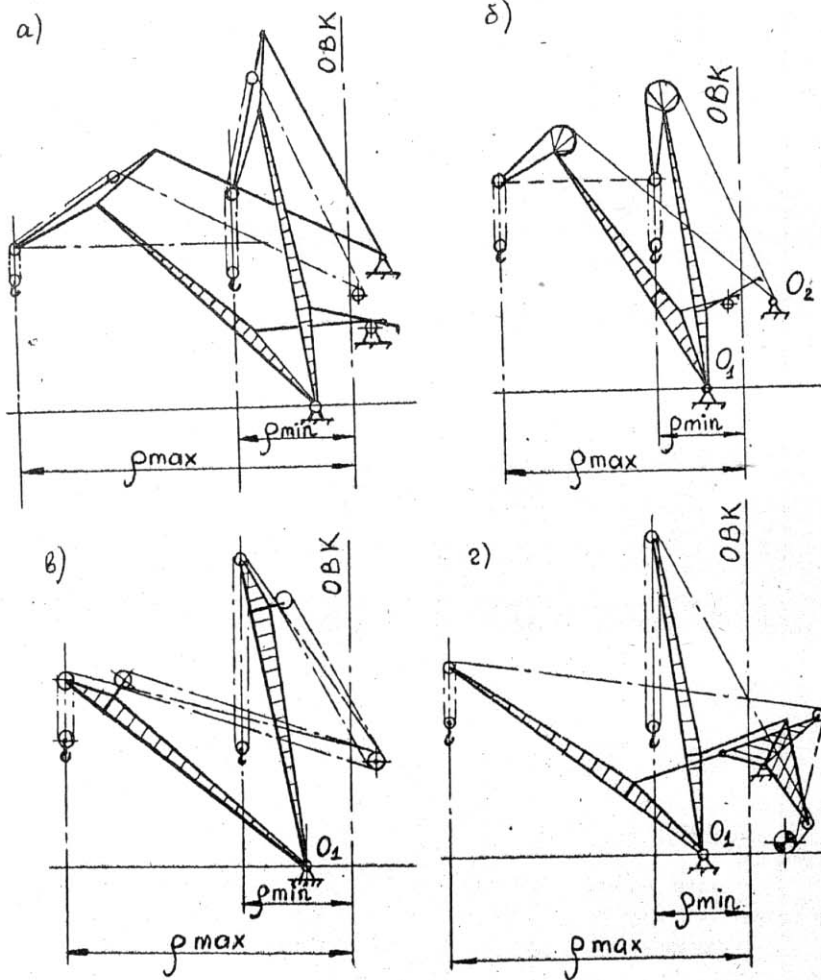


Рис.2.2. Схемы стреловых систем: а- шарнирно-сочлененная стреловая система с прямым хоботом; б- шарнирно-сочлененная стреловая система с профилированным хоботом; в- прямая стрела с уравнильным полиспастом; г- прямая стрела с уравнильным блоком

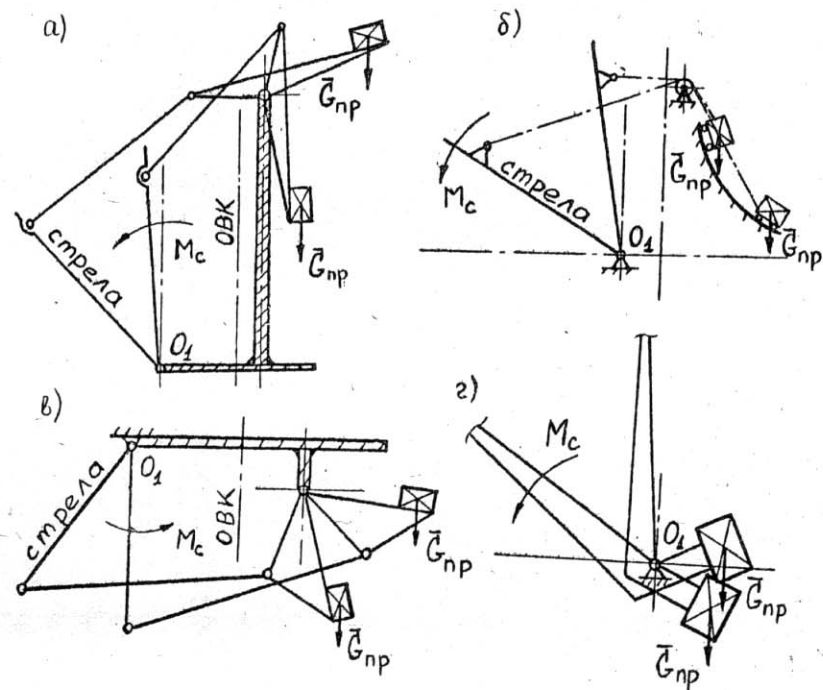


Рис.2.3. Схемы уравнивающих устройств: а- с противовесом на качающемся рычаге; расположено над поворотной платформой; б- с подвесным противовесом; в- с противовесом на качающемся рычаге; расположено под поворотной платформой; г- с противовесом на консоли стрелы

хобот (для сочлененных стрел), по расчетным комбинациям нагрузок в двух плоскостях;

- график изменения по вылету стрелового момента, вызываемого силами тяжести элементов стреловой системы, момента веса противовеса и неуравновешенного стрелового момента;

- график изменения суммарного усилия, приведенного к тяговому звену для расчета механизма изменения вылета;

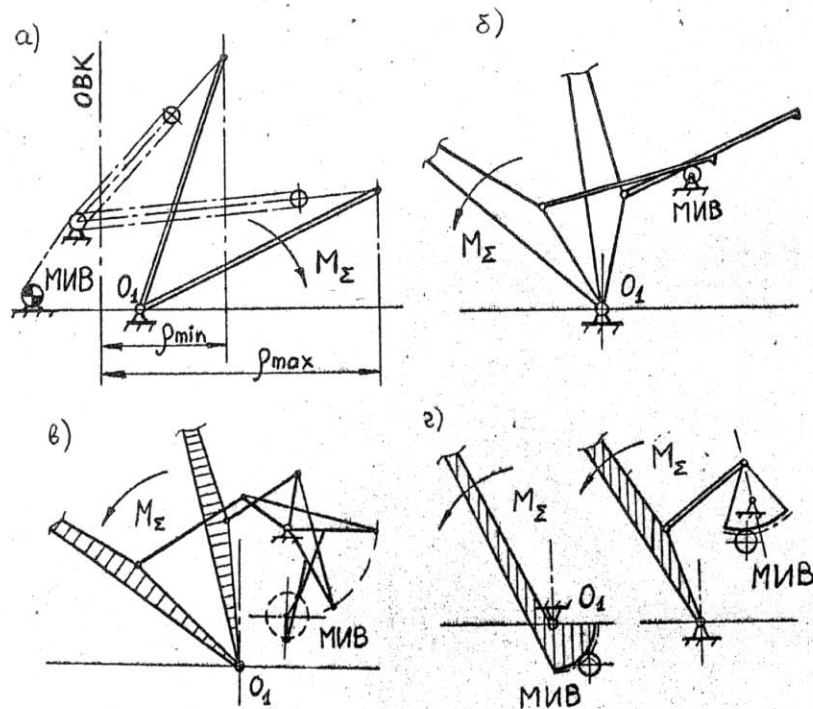


Рис. 2.4. Схемы механизмов изменения вылета: а - полиспастный; б - штанговый; в - кривошипно-шатунный; г - секторный

- планы скоростей для всех представленных на чертеже положений стреловой системы;

- график изменения по вылету горизонтальной составляющей абсолютной скорости груза.

Все расчеты должны быть выполнены в системе СИ. Графики величин, имеющих одинаковую размерность, строят в одинаковых масштабах. Следует обратить особое внимание на тщательность и аккуратность всех графичес-

ких построений. Их правильность можно контролировать по совпадению данных графоаналитического расчета с соответствующими данными, полученными на ЭВМ.

При выполнении исследовательской части данного курсового проекта необходимо также уделять максимальное внимание инженерной стороне дела, физическому содержанию выполняемых расчетов и графических построений. Синтез и исследование системы изменения вылета - не отвлеченная, а явно выраженная прикладная задача, решаемая применительно к конкретному инженерному объекту - стреловому крану, имеющему определенное функциональное значение.

2.2. Последовательность проведения исследований

Исследовательская часть проекта выполняется в следующей последовательности:

1. Оптимизация стреловой системы заключается в определении значений всех параметров ее схемы так, чтобы они отвечали заданию на проектирование, компоновочным ограничениям (удовлетворительность траектории груза и кривой грузовой неуравновешенного момента) и были близки к оптимальным по экономическому показателю или, в первом приближении, по массе стреловой системы. Таким образом можно условно выделить следующие группы параметров:

а) значения которых назначают непосредственно по заданию на проектирование;

б) значения которых назначают по компоновочным ограничениям либо на основании известных рекомендаций;

в) определяемые по эксплуатационным ограничениям (влияют на функционирование системы) или оптимальные по массе стреловой системы - функциональные параметры, получаемые в процессе оптимизации.

Ввиду сложности аналитических зависимостей определение параметров третьей группы, как правило, возможно лишь путем последовательных приближений. Для шарнирно-сочлененных стреловых систем с прямым коботом и прямым стрелом с уравнительным полиспастом эта задача решается на ЭВМ; для остальных типов стреловых и уравновешивающих устройств синтез проводится традиционными методами, без применения ЭВМ, однако студенты могут самостоятельно разработать алгоритмы и программы и провести вычисления на персональном компьютере.

Последовательность выполнения данной части исследований:

а) после получения задания, где определены значения параметров первой группы, на основании известных рекомендаций назначаются параметры второй группы; далее на ЭВМ производится синтез стрелового устройства заданного типа, в ходе которого определяются параметры третьей группы;

б) для полученной схемы стреловой системы с определенными функциональными параметрами производится ее построение в 6...7 положениях по вылету, построение траектории груза и графика грузового неуравновешенного момента как качественных характеристик (критериев качества) данного объекта;

в) определяются нагрузки на элементы стреловой системы и их массы, строится график изменения по вылету стрелового момента, вызываемого силами тяжести элементов стреловой системы.

2. Синтез схемы уравновешивающего устройства при условии минимального воздействия собственных весов качающихся элементов системы изменения вылета на МИБ производится на ЭВМ после того, как получен график моментов собственных весов элементов стрелового устройства. На этом этапе определяют параметры второй и третьей групп применительно к заданной схеме уравновешивающего устройства. После этого строят графики момента веса подвижного противовеса и неуравновешенного стрелового момента.

3. Расчет механизма изменения вылета состоит в определении нагрузок, приведенных к тяговому элементу МИБ, в построении планов скоростей груза для всех положений системы изменения вылета и определении скорости тягового звена механизма, потребной для реализации заданной средней скорости изменения вылета груза.

Заканчивается исследовательская часть проекта определением мощности и выбором двигателя механизма изменения вылета, разработкой кинематической схемы механизма и проверкой двигателя по условиям пуска.

Расчеты и рекомендации по выбору параметров второй группы в данных методических указаниях не рассматриваются, ибо они изложены в учебной и справочной литературе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Курсовое проектирование деталей машин/ В.Н.Кудрявцев, Ю.А.Державец, И.И.Аферьев и др. Л.: Машиностроение, 1983. 400 с.

Петухов П.З., Ксюнин Г.П., Серлин Л.Г. Специальные краны. М.: Машиностроение, 1985. 248 с.

Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. Госгортехнадзор России. М.: Изд-во НПО ОБТ, 1993. 235 с.

Проектирование механических передач: Учебно-справочное пособие для вузов/ С.А.Чернавский, Г.А.Спесарев, В.С.Козинцев и др. М.: Машиностроение, 1984. 560 с.

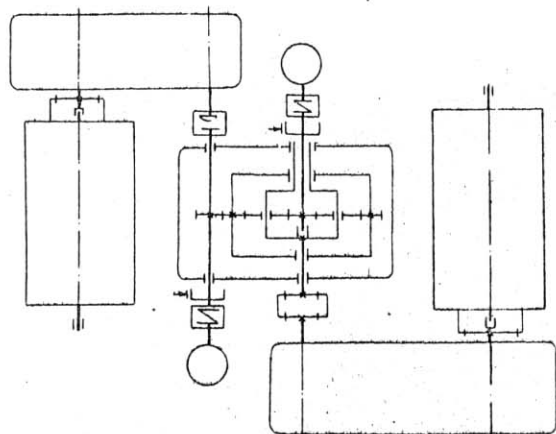
Серлин Л.Г., Орлов А.Н. Оптимизация крановых конструкций и их автоматизированное проектирование: Учеб. пособие/ ЛПИ.Л., 1987. 85 с.

Справочник по кранам: В 2 т./Под общей редакцией М.М.Гохберга. Л.: Машиностроение, 1988.

Приложение 1
КИНЕМАТИЧЕСКИЕ СХЕМЫ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЛЕБЕДОК

1. Грейферные двухмоторные лебедки

а)



б)

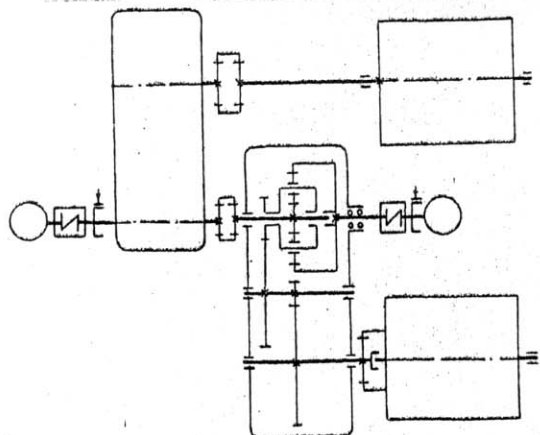
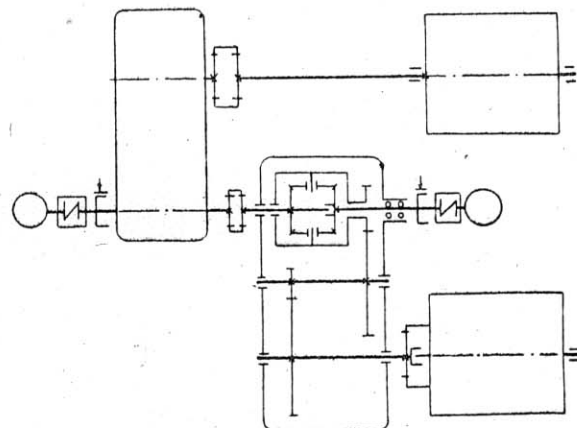


Рис.П1.1. С цилиндрической планетарной передачей: а- вариант схемы 1,а; б- вариант схемы 1,б

14

а)



б)

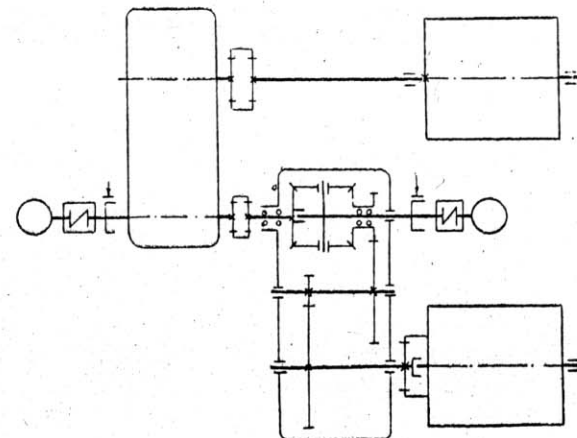
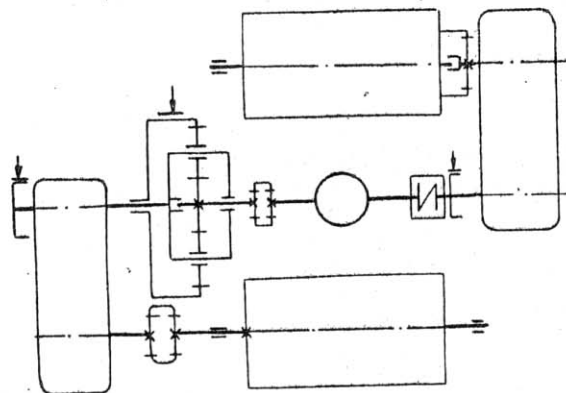


Рис.П1.2. С конической планетарной передачей: а- вариант схемы 2,а; б- вариант схемы 2,б

15

2. Грейферные одномоторные лебедки

а)



б)

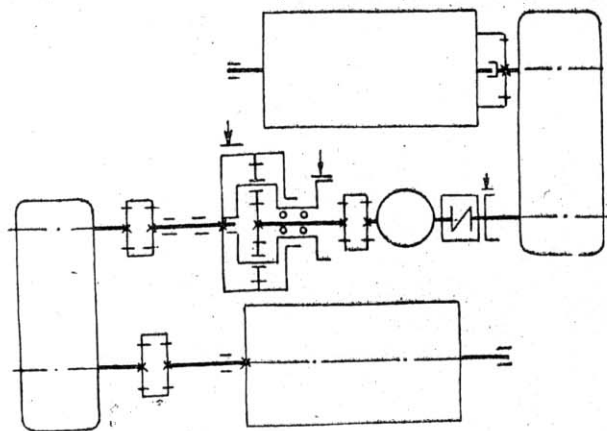
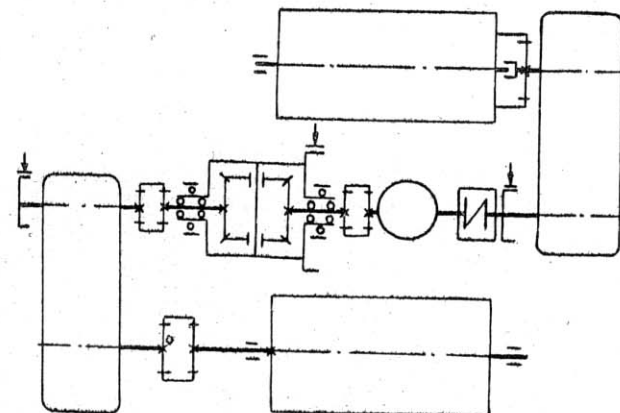


Рис.П1.3 С цилиндрической планетарной муфтой: а - вариант схемы 3, а; б - вариант схемы 3, б

16

а)



б)

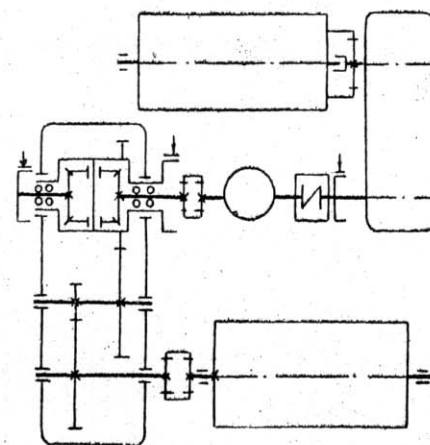


Рис.П1.4. С конической планетарной муфтой (а) и планетарной передачей (б) (варианты схем 4, а и 4, б)

17

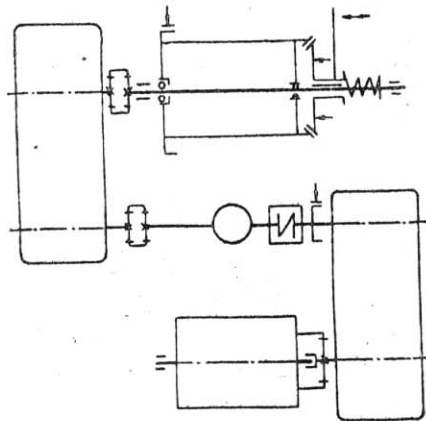


Рис.П1.5. С фрикционной муфтой (вариант схемы 5)

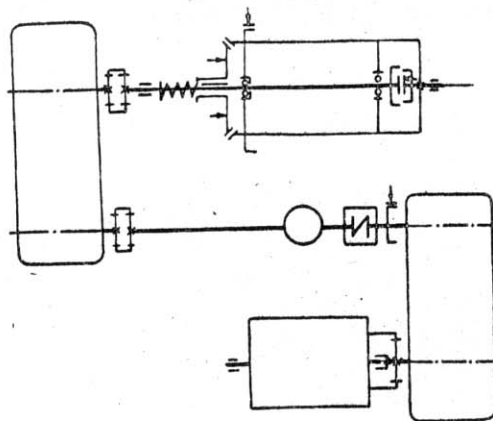


Рис.П1.6. С независимыми фрикционами (вариант схемы 6)

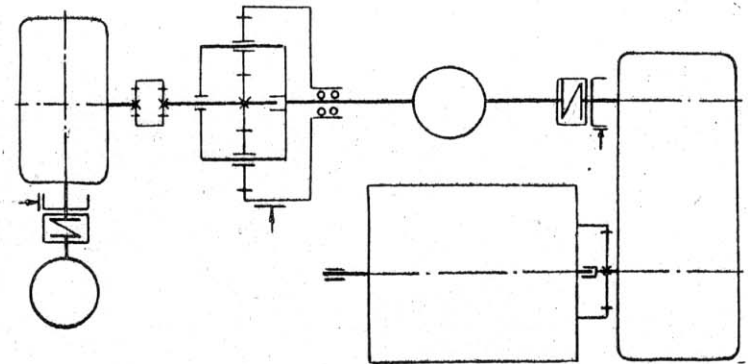


Рис.П1.7. Двухскоростная лебедка с микроприводом (вариант схемы 7)

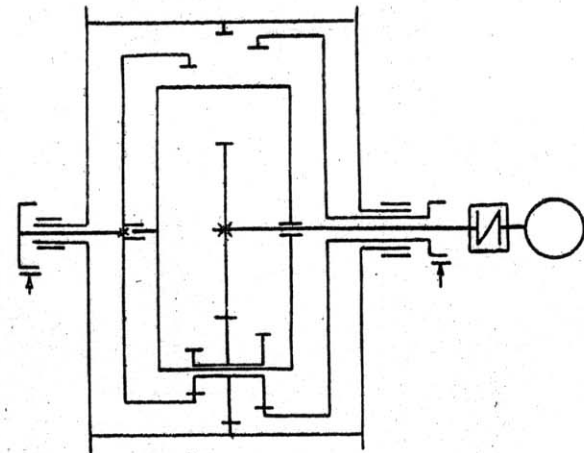


Рис.П1.8. Двухскоростная лебедка с планетарной передачей, встроенной в барабан (вариант схемы 8)

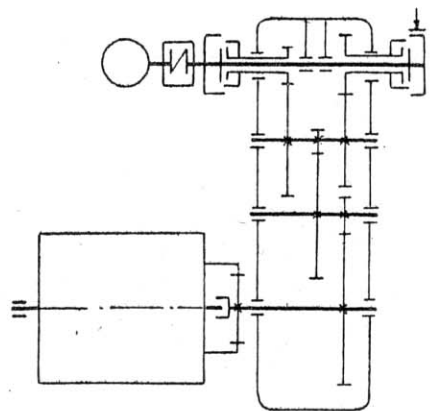


Рис.П1.9. Двухскоростная лебедка с управляемыми муфтами
(вариант схемы 9)

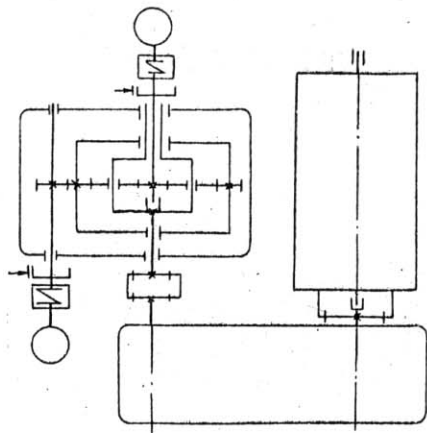


Рис.П1.10. Многоскоростная лебедка с планетарным редуктором
(вариант схемы 10)

20

4. Специальные лебедки

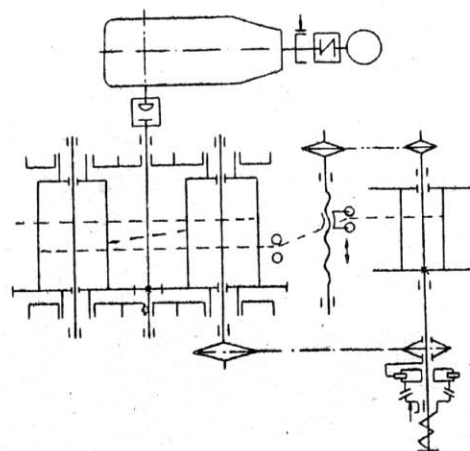


Рис.П1.11. Перематывающая лебедка (вариант схемы 11)

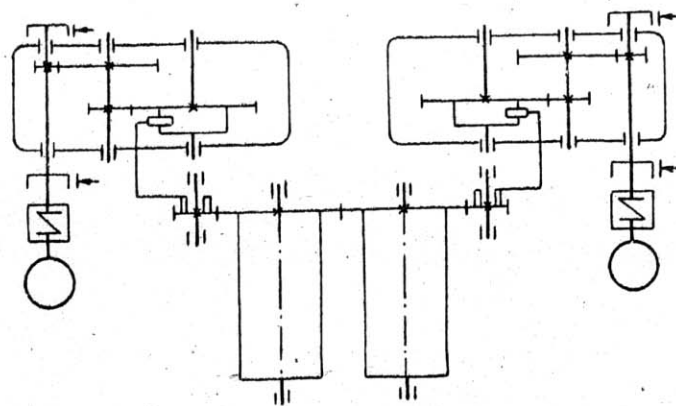


Рис.П1.12. Лебедка с отключаемыми двигателями (вариант схемы 12)

21

ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЛЕБЕДОК

Таблица П2.1

Грейферные лебедки (рис. П1.1- П1.6)

Грузоподъемность Q, т	Скорость подъема груза V, м/мин	Высота подъема груза H, м (мостовой/стреловой)	Группа режима механизма и ПВ%
5	55	14 / 24	6М, 60%
10	50	16 / 27	6М, 60%
16	45	18 / 30	6М, 60%
25	40	20 / 32	6М, 60%
32	30	22 / 36	5М, 40%

Таблица П2.2

Многоскоростные лебедки (рис. П1.7-П1.10)

Грузоподъемность Q, т	Скорость подъема груза V, м/мин	Высота подъема груза H, м	Группа режима механизма и ПВ%
1	40 / 0,8	20	4М, 40%
3,2	35 / 0,7	32	4М, 40%
5	30 / 0,6	40	4М, 40%
8	25 / 0,5	45	4М, 40%
10	20 / 0,4	50	4М, 40%

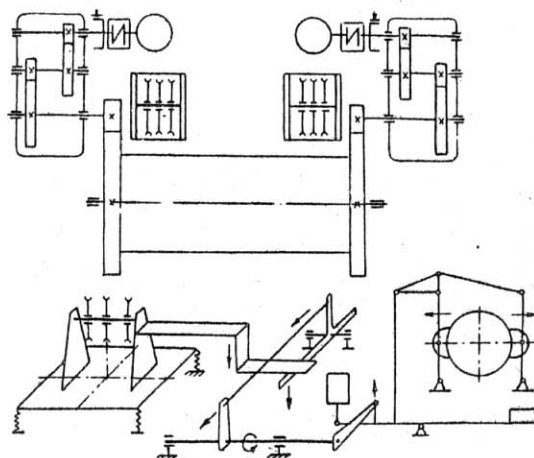


Рис.П1.13. Лебедка с защитой от перегрузок (вариант схемы 13)

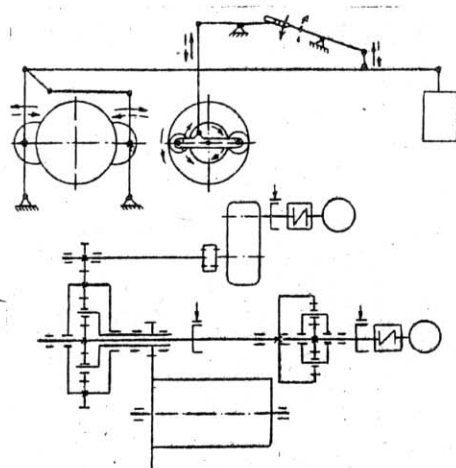


Рис.П1.14. Лебедка с повышенной скоростью спуска (вариант схемы 14)

Т а б л и ц а П 2.3

Перематывающие лебедки (рис. П1.11)

Грузоподъемность Q, т	Скорость подъема груза V, м/мин	Высота подъема груза H, м	Группа режима механизма и ПВ%
5	20	150	4М , 40%
8	18	140	4М , 40%
10	16	130	4М , 40%
12,5	14	120	4М , 40%
16	12	100	4М , 40%

Т а б л и ц а П 2.4

Лебедки с отключаемыми двигателями (рис. П1.12)

Грузоподъемность Q, т	Скорость подъема груза V, м/мин	Высота подъема груза H, м	Группа режима механизма и ПВ%
140	9,6	20	5М , 25%
225	7,5	34	5М , 25%
320	4,8	18	5М , 25%
400	3,8	36	5М , 25%
500	2,4	20	5М , 25%

Т а б л и ц а П 2.5

Лебедки с защитой от перегрузок (рис. П1.13)

Грузоподъемность Q, т	Скорость подъема груза V, м/мин	Высота подъема груза H, м	Группа режима механизма и ПВ%
140	7,0	16	5М , 40%
225	8,0	18	5М , 40%
320	4,6	14	5М , 40%
400	3,1	26	5М , 40%
500	2,9	21	5М , 40%

Т а б л и ц а П 2.6

Лебедки с повышенной скоростью спуска (рис. П1.14)

Грузоподъемность Q, т	Скорость подъема груза V, м/мин	Высота подъема груза H, м	Группа режима механизма и ПВ%
150	30 / 60	26	5М , 40%
230	25 / 50	30	5М , 40%
320	18 / 40	32	5М , 40%
400	9 / 22	35	5М , 40%

Приложение 3

Варианты заданий на оптимизацию функциональных параметров

системы изменения вылета стрелового крана

Но- ва- ри- ан- та	Тип стрело- вой системы	Тип уравно- вешивающего устройства	Тип механи- зма измене- ния вылета	G, кН	Rmax, м	Rmin, м	H, м	Vср, м/ мин	Режим ПВЗ
1	Сочлененная с профилиро- ванным хобо- том: канаты вдоль стрелы	Противовес на рычаге	Винтовой	100	32	10	14	45	T, 60%
2		Подвесной противовес	Реечный	125	40	12	14	37	C, 25%
3			Реечный	160	48	12	18	30	C, 25%
4	Сочлененная, хобот - про- филированный	Противовес на рычаге	Крив.-шат.	100	45	12	23	50	C, 25%
5		Подвесной противовес	Реечный	125	32	8	17	45	T, 60%
6	Сочлененная с прямым хо- ботом: кана- ты - вдоль оттяжки	Противовес на рычаге	Винтовой	100	32	10	15	44	T, 60%
7			Реечный	125	40	12	15	38	C, 40%
8		Подвесной противовес	Винтовой	160	48	12	20	24	C, 25%
9	Сочлененная с прямым хо- ботом: кана- ты направле- ны произволь- но (непарал- лельно оттяж- ке и стреле)	Противовес на рычаге	Реечный	100	32	10	14	60	T, 60%
10			Винтовой	160	40	12	13	45	T, 60%
11			Реечный	320	60	15	22	24	C, 40%
12		Подвесной противовес	Реечный	630	50	12	19	16	C, 25%
13			Реечный	800	42	15	17	8	C, 25%
14	Прямая стре- ла с уравни- тельным по- лиспастом	Противовес на рычаге	Крив.-шат.	32	24	8	15	60	T, 60%
15			Винтовой	50	32	8	25	50	T, 60%
16		Подвесной противовес	Полиспаст.	63	40	12	25	40	C, 40%
17			Полиспаст.	32	40	15	20	60	T, 60%
18		Противовес на стреле	Секторный	50	24	6	12	45	C, 40%
19			Секторный	63	32	10	23	37	C, 25%
20		Подвесной противовес	Полиспаст.	100	48	12	25	45	C, 40%
21			Реечный	125	45	12	23	40	C, 40%
22	Прямая стре- ла с уравни- тельным блоком	Противовес на рычаге	Полиспаст.	32	25	7	25	70	T, 60%
23			Крив.-шат.	50	32	8	25	60	T, 60%
24		Противовес на стреле	Секторный	63	40	10	25	22	C, 25%
25			Реечный	32	16	4	18	20	T, 60%

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНОЙ ЛЕБЕДКИ.....	3
1.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ТРЕБОВАНИЯ.....	3
1.2. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ.....	4

2. ОПТИМИЗАЦИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ИЗМЕНЕНИЯ ВЫЛЕТА СТРЕЛОВЫХ КРАНОВ.....	6
2.1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ И ТРЕБОВАНИЯ	6
2.2. ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	II

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	13
------------------------	----

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. КИНЕМАТИЧЕСКИЕ СХЕМЫ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЛЕБЕДОК.....	14
--	----

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ ЛЕБЕДОК.....	28
--	----

ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ НА ОПТИМИЗАЦИЮ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ СИСТЕМЫ ИЗМЕНЕНИЯ ВЫЛЕТА СТРЕЛОВОГО КРАНА. 26	
---	--

Специальные грузоподъемные машины

Методические указания

Составители Бортяков Данил Евгеньевич, Орлов Алексей Николаевич

Редактор А.В. Явственная

Лицензия ЛР № 020593 от 09.07.92

Подписано в печать 16.03.95. Формат 60х90 1/16. Бумага тип. No 3.
Печать офсетная. Усл. печ. л. 1,75 Уч.-издат.л. 1,75. Тираж 120.
Заказ 207.

C234

Санкт-Петербургский государственный технический университет.

Издательско-полиграфический центр СПбГТУ.

Адрес университета и ИПЦ: 191251, Санкт-Петербург, Политехническая, 29.