

Министерство образования и науки Российской Федерации
Вологодский государственный университет

Кафедра «Автомобильные дороги»

**ДОРОЖНЫЕ МАШИНЫ.
МАШИНЫ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА
ЗЕМЛЯНЫХ РАБОТ**

Методические указания для лабораторных работ

Факультет инженерно-строительный
Направление подготовки 08.03.01 Строительство
Профиль подготовки: «Автомобильные дороги и аэродромы»

Вологда
2016

УДК 625.08 (076)

Дорожные машины. Машины для производства земляных работ:
методические указания к лабораторным работам. –Вологда: ВоГУ, 2016 – 24с.

В методических указаниях изложены последовательность и методика выполнения лабораторных работ по дисциплине "Дорожные машины". Приведены справочные данные для расчетов, библиографический список.

Методические указания предназначены для студентов специальности 270205 всех форм обучения.

Утверждено редакционно-издательским советом ВоГУ

Составитель Л.П. Подорожная, доцент

Рецензент Л.И. Булгакова, доцент каф. промышленного и гражданского
строительства

Подписано в печать 21.12.2015. Усл. печ. л. _____. Тираж ____ экз.

Печать офсетная. Бумага офисная. Заказ № _____

Отпечатано: РИО ВоГУ, г. Вологда, ул. С. Орлова, 6

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания к лабораторным работам предназначены для студентов всех форм обучения по курсу дорожных машин.

Лабораторные работы составлены таким образом, чтобы помочь закрепить основные положения теоретического курса, развить навыки выполнения экспериментальных исследований динамики строительных машин при помощи современной измерительной аппаратуры. Самостоятельное выполнение лабораторных работ позволяет научиться правильно анализировать результаты и обосновать выбор наиболее рациональных режимов работы.

Лабораторная работа №1.

УСТРОЙСТВО И РАСЧЕТ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЛЕНТОЧНОГО КОНВЕЙЕРА

Цель: изучить техническую характеристику, устройство, назначение ленточного конвейера и научиться рассчитывать основные параметры.

Оснащение и учебно-наглядные пособия:

1. Методические указания по выполнению лабораторной работы.
2. Учебные плакаты, диафильмы.
3. Литература.

Тема 1. Конструктивное устройство ленточного конвейера

Задание: изобразить схему ленточного конвейера и указать на ней приводной барабан, ленту, станину, направляющие рамки, натяжной барабан, электродвигатель, редуктор.

В чем преимущество ленты с поперечными ребрами в отличие от гладкой ленты?

Тема 2. Расчет основных параметров ленточного конвейера

Задание: по заданной производительности выбрать ленту и определить требуемую мощность двигателя ленточного конвейера. Данные для расчета в табл. 1.5.

Последовательность выполнения

1. Определить ширину ленты.
2. Вычислить мощность двигателя.
3. Рассчитать максимальное натяжение ленты и количество прокладок в ней.
4. Определить размеры приводного и натяжного барабанов.
5. Сделать вывод по сравнению результатов расчёта по формулам и размерам.

Методика расчёта

$$1. \text{ Ширина ленты } B = \sqrt{\frac{P_k}{0,16 \cdot V \cdot \gamma \cdot (c+1)}}, \quad (1.1)$$

где P_k – производительность конвейера, т/ч; V – скорость ленты, м/сек; γ – насыпная плотность материала, Н/м³; c – коэффициент, учитывающий снижение производительности при установке конвейера в наклонном положении (табл. 1.1)

При выборе ширины ленты необходимо учитывать крупность кусков транспортируемого материала. Лента должна удовлетворять следующим требованиям: для сортировочного материала $B \geq 3,3 a' + 0,2$ м (1.2)

$$\text{для рядового материала } B \leq 2a + 0,2 \text{ м}, \quad (1.3)$$

где a' – наибольший размер кусков, мм; a – размер среднего куска, мм.

Для дальнейших расчетов принимаем большее значение ширины ленты из определённых формул (1.1) или (1.2, 1.3)

2. Вычисляем мощность двигателя.

При работе конвейера мощность расходуется на перемещение материала и на преодоление сопротивления холостого хода ленты.

Мощность на валу приводного барабана:

$$N_0 = (N_1 + N_2) \cdot k_g, \text{ кВт}, \quad (1.4)$$

где N_1 – мощность, расходуемая на перемещение материала; N_2 – мощность, расходуемая на холостой ход ленты k_g – коэффициент, учитывающий влияние длины конвейера.

$$k_g = 1 \quad \text{при } L > 40 \text{ м}$$

$$k_g = 1,1 \quad \text{при } L = \text{от } 15 \text{--} 40$$

$$k_g = 1,25 \quad \text{при } L < 15 \text{ м}$$

Мощность конвейера для перемещения материала определяется по формуле:

$$N_1 = \frac{P_k \cdot H}{367} + \frac{P_k \cdot L_2 \cdot \omega}{367}, \quad (1.5)$$

где $\frac{P_k \cdot H}{367}$ – мощность для подъема материала на высоту H при его непрерывном потоке P_k , Н/ч; $\frac{P_k \cdot L_2 \cdot \omega}{367}$ – мощность для перемещения материала по горизонтальному пути длиной; L_2 – горизонтальная проекция конвейера, м.

$$L_2 = L_1 + \frac{H}{\operatorname{tg} \beta}, \quad (1.6)$$

где ω = от 0,035 до 0,04 – общий коэффициент сопротивления.

Мощность, расходуемая на холостой ход ленты:

$$N_2 = k_1 \cdot L_2 \cdot v, \quad (1.7)$$

где k_1 – коэффициент сопротивления, зависящий от ширины ленты (табл. 1.3);
 v – скорость ленты, м/сек.

Требуемая мощность двигателя:

$$N_{ДВС} = \frac{N_0}{\eta}, \quad (1.8)$$

где η = от 0,75 до 0,8 – КПД привода барабана.

3. Рассчитываем максимальное натяжение ленты и требуемое количество прокладок в ней.

Тяговое усиление на приводе барабана.

$$P_T = 102 \cdot \frac{N_{gl}}{v}, \quad (1.9)$$

Исходя из формулы Эйлера, максимальное натяжение ленты вычисляется по формуле:

$$S_{max} = P_T \cdot \frac{e^{\mu\alpha}}{e^{\mu\alpha}-1}, \text{ кгс (дан)}, \quad (1.10)$$

$1 \text{ дан} = 1 \text{ кгс} = 9,80665 \text{ Н} \quad 1 \text{ Н} = 0,10197,$

где e – основание натурального логарифма; α – угол обхвата лентой приводного барабана; μ – коэффициент трения между лентой и барабаном.

Значение μ и $e^{\mu\alpha}$ выбираем по табл. 1.4

Количество прокладок в ленте вычисляется по формуле:

$$i = S_{max} / B \cdot p, \quad (1.11)$$

где B – ширина ленты в м; p – допускаемая нагрузка на 1 м ширины одной прокладки, Н/м.

Для бельтинга Б-820 допускаемая нагрузка $p = 5000 \text{ Н/м}$,

Подсчитанное количество прокладок должно находиться в пределах, приведённых в табл. 1.2. Проверить расчётное количество прокладок с фактическим количеством, сделать соответствующий вывод.

4. Определение размеров приводного и натяжного барабанов.

диаметр приводного барабана:

$$D_{бар} = (120 \div 150) \cdot i, \quad (1.12)$$

длина барабана:

$$L_{бар} = B + 100$$

где i – количество прокладок в ленте; B – ширина ленты, мм.

диаметр натяжного барабана:

$$D_{н.б.} = 100 \cdot i, \quad (1.13)$$

Результаты расчетов и фактические данные сравниваются и сводятся в таблице 1.5

Таблица 1.1

Величина коэффициента С

Угол наклона конвейера, град.	5-10	11-15	15-18
Коэффициент С	0,95	0,9	0,85

Таблица 1.2

Размеры прорезиненной ленты

Ширина, м	0,3	0,4	0,5	0,65	6,8	1,0	1,2	1,4
Количество прокладок	3-5	3-8	3-9	3-10	3-11	3-12	3-12	3-12

Таблица 1.3

Значение коэффициента сопротивления для роликов на подшипниках качения

Ширина ленты, м	0,4	0,5	0,65	0,8	1	1,2	1,4
Коэффициент	0,012	0,015	0,02	0,024	0,03	0,035	0,04

Таблица 1.4

Значение коэффициента трения ленты о барабан

Вид барабана и атмосферные условия	μ	для углов обхвата, град. и рад.						
		180	210	240	300	360	400	480
		3,14	3,66	4,19	5,24	6,28	7	8,38
Чугунный или стальной барабан, атмосфера очень влажная	0,1	1,37	1,44	1,52	1,69	1,87	2,02	2,37
Барабан с деревянной или резиновой обшивкой, атмосфера очень влажная	0,15	1,60	1,73	1,87	2,19	2,57	2,87	3,51
Чугунный или стальной барабан, влажная атмосфера	0,20	1,87	2,08	2,31	2,85	3,51	4,04	5,34
Чугунный или стальной барабан, сухая атмосфера	0,35	3,00	3,61	4,33	6,25	9,02	11,62	18,78
Барабан с резиновой обшивкой, сухая атмосфера	0,4	3,51	4,33	5,34	8,12	12,35	16,41	28,56
Барабан с деревянной обшивкой, сухая атмосфера	0,35	3,00	3,61	4,33	6,25	9,02	11,62	18,78

Примечание: в числителе значение – в градусах, в знаменателе – в радианах.

Таблица 1.5

Основные параметры конвейера

Параметры	Единица измерения	Числовое значение по расчету
Требуемая ширина ленты по расчету	м	
Ширина ленты выбранной по стандарту		
Количество прокладок в ленте	шт	
Мощность двигателя конвейера	кВт	
Размеры барабанов: приводного - диаметр длина натяжного – диаметр	мм	

Таблица 1.6

Варианты заданий

Показатель	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Производительность конвейера $П_k$, т/ч	16	170	180	190	200	210	165	175	185	195	205	215	170	180	190
Длина горизонтального участка конвейера L_2	30	35	40	45	50	55	60	65	70	30	35	40	45	50	55
Угол наклона β , град	10	12	14	16	18	10	14	16	18	10	14	16	18	10	14
Высота подъема h , м	10	11	12	13	14	15	16	10	11	12	13	14	15	16	17
Перемещаемый материал	Щебень, насыпная плотность 17640 Н/м ³						Гравий, насыпная плотность 18620 Н/м ³								
Максимальный размер кусков a' , мм	50	55	60	65	70	75	80	50	55	60	70	75	80	50	60
Угол обхвата приводного барабана α , град	210	240	240	300	180	240	210	300	180	210	240	300	210	240	300
Скорость v , м/сек	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,2	1,3	1,4	1,5	1,4	1,7	1,8	1,2
Футеровка барабана	Резиновая			Деревянная			Резиновая			Деревянная			Сухая		
Атмосфера, в которой работает конвейер	Сухая			Сухая			Очень влажная			Очень влажная			Сухая		

Лабораторная работа №2.

Конструкция канатов и проверка запаса прочности канатов грузового, стрелового полиспастов стрелового крана

Цель: ознакомиться с конструктивным устройством канатов, типом, направлением сивки, маркировочной группой и освоить проверку запаса прочности стальных канатов.

Оснащение и учебно-наглядные пособия;

1. Методические указания по выполнению работ
2. Учебные плакаты по запасовкам канатов (краны, одноковшовые экскаваторы) диафильмы.
3. Набор канатов.

Порядок выполнения работы:

Задание 1. Конструкция канатов.

1. Перечислить все виды канатов с краткой характеристикой.
2. Зарисовать канат и показать шаг сивки. Каким образом бракуют канаты? Изобразите по схеме браковку каната.
3. При навивке каната на барабан в несколько слоев с каким сердечником лучше взять канат и почему?
4. Что такое сертификат каната? Какие данные указаны на бирке каната?
5. Проверка запаса прочности канатов грузового и стрелкового полиспастов стрелковых канатов.

Задание 2. Рассчитать канаты для полиспастов стрелковых канатов

Последовательность выполнения расчета:

1. Составить схему запасовки каната грузового полиспаста и определить его кратность, КПД
2. Определить расчетный груз грузового полиспаста.
3. Рассчитать наибольшее усилие в канате грузового полиспаста.
4. Вычислить запас прочности каната грузового полиспаста.
5. Вычертить схему крана в расчетном положении.
6. Составить схему зарисовки каната стрелкового полиспаста и определить его кратность, и КПД
7. Определить усилие в стрелковом полиспасте.
8. Рассчитать наибольшее усилие в канате стрелкового полиспаста.
9. Рассчитать запас прочности каната стрелкового полиспаста.

Методика расчета

1. Составляем схему запасовки каната грузового полиспаста и определяем его кратность, КПД (рис. 2.1). Блоки обойм полиспаста условно изображаем раздельно.

На схеме следует указать диаметр каната, временное сопротивление разрыву проволок каната и его структурную формулу (табл. 2.2). По схеме определяем кратность полиспаста, равную количеству ветвей каната, на которых висит груз.

Коэффициент полезного действия полиспаста вычисляем по формуле:

$$\eta_{пол} = \frac{\eta^1 + \eta^2 + \eta^3 + \eta^4 + \eta^5}{i}, \quad (2.1)$$

где η – коэффициент действия блока полиспаста (0,96÷0,98); i – кратность полиспаста

$$D_{кан} = 19,5 \text{ мм}$$

$$R = 1600 \text{ Н/см}^3$$

$$\text{ЛК} \cdot \text{Р } 6 \times 19 + 1$$

$$L = 5$$

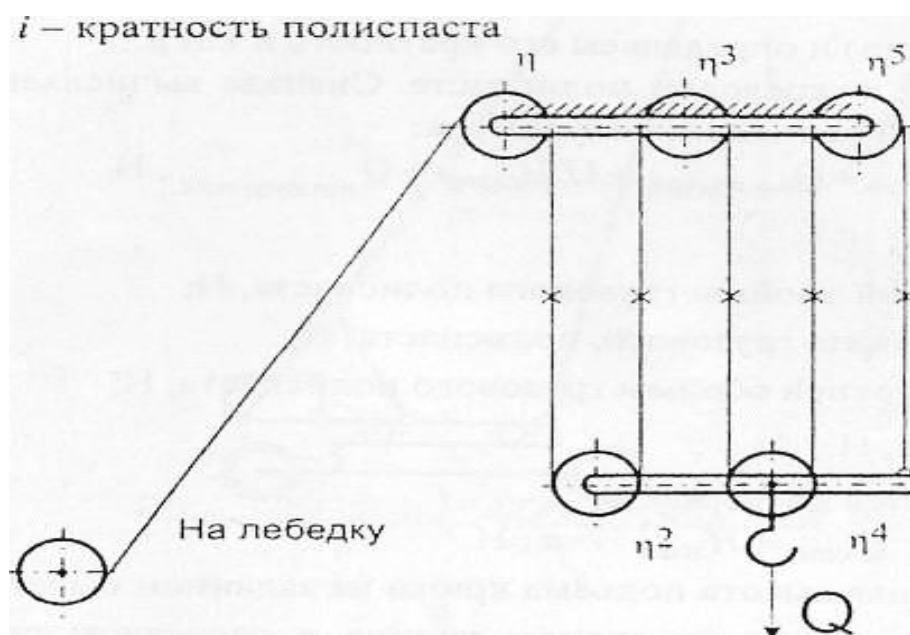


Рис. 2.1. Схема запасовки грузового полиспаста

2. Определяем расчетный вес груза для грузового полиспаста, состоящий из веса груза $Q_{гр}$ и веса крюковой обоймы $Q_{к.о.}$ (табл. 2.1).

$$Q = Q_{гр} + Q_{к.о.}, \text{ Н.} \quad (2.2)$$

3. Рассчитываем наибольшее усилие в канате грузового полиспаста. При подъеме груза наибольшее усилие в канате будет в ветви, идущей на барабан лебедки.

$$P_{max} = \frac{Q}{i \cdot \eta_{пол} \cdot \eta_{бл}^m}, \quad (2.3)$$

где Q – расчетный вес груза, Н; m – количество отклоняющихся блоков, грузового каната.

4. Вычисляем запас прочности каната грузового полиспаста по разрывному усилению и наибольшему его рабочему усилию:

$$K = \frac{P_{\text{разр}}}{P_{\text{max}}}, \quad (2.4)$$

где $P_{\text{разр}}$ – разрывное усиление каната в целом (табл. 2.2)

Примечание. Для канатов стреловых кранов запас прочности должен быть не менее 5.

5. Вычерчиваем схему крана в расчетном положении, необходимую для последующего графического определения усилия в стрелковом полиспасте. Схема вычерчивается в масштабе. Пример схемы пневмоколесного крана показан на рис. 2.2.

6. Составляем схему запасовки каната стрелкового полиспаста (аналогично схеме грузового полиспаста) и определяем его кратности и КПД.

7. Определяем усилие в стрелковом полиспасте. Сначала вычисляем расчетную нагрузку на стрелковый полиспаст по формуле:

$$\Sigma Q = Q_{\text{гр}} + Q_{\text{к.о.}} + Q_{\text{кан}} + Q_{\text{в.о.гр.пол.}} + 1/2 Q_{\text{стр}} Q_{\text{п.о.стр.пол.}}, \quad \text{Н}, \quad (2.5)$$

где $Q_{\text{гр}}$ – вес груза, Н; $Q_{\text{к.о.}}$ – вес крюковой обоймы грузового полиспаста, Н; $Q_{\text{кан}}$ – вес каната грузового, полиспаста, Н; $Q_{\text{в.о.гр.пол.}}$ – вес верхней обоймы грузового полиспаста, Н; $Q_{\text{стр}}$ – вес стрелы, Н.

Вес каната определяется по формуле:

$$Q_{\text{кан}} = H_{\text{max}} \cdot i \cdot a, \quad \text{Н}, \quad (2.6)$$

где H_{max} – наибольшая высота подъема крюка на заданном вылете стрелы, определяется по графикам или схемам кранов в расчетном положении (рис. 2.3, 2.4); i – кратность грузового полиспаста; a – вес 1 м каната, кгс.

8. Рассчитываем наибольшее усилие в канате стрелового полиспаста

$$P_{\text{max}} = \frac{P_{\text{кан.стр}}}{i \cdot \eta_{\text{пол}} \cdot \eta_{\text{бл}}^m}, \quad (2.7)$$

где $P_{\text{кан.стр}}$ – усилие в стреловом полиспасте, кгс; i – кратность стрелового полиспаста; m – число отклоняющихся блоков полиспаста.

9. Запас прочности каната стрелового полиспаста вычисляем так же, как для каната грузового полиспаста.

$$K = \frac{P_{\text{разр}}}{P_{\text{max}}}, \quad (2.8)$$

где K – запас прочности каната стрелового полиспаста; $P_{\text{разр}}$ – разрывное усиление каната в целом; P_{max} – наибольшее усилие в канате стрелового полиспаста.

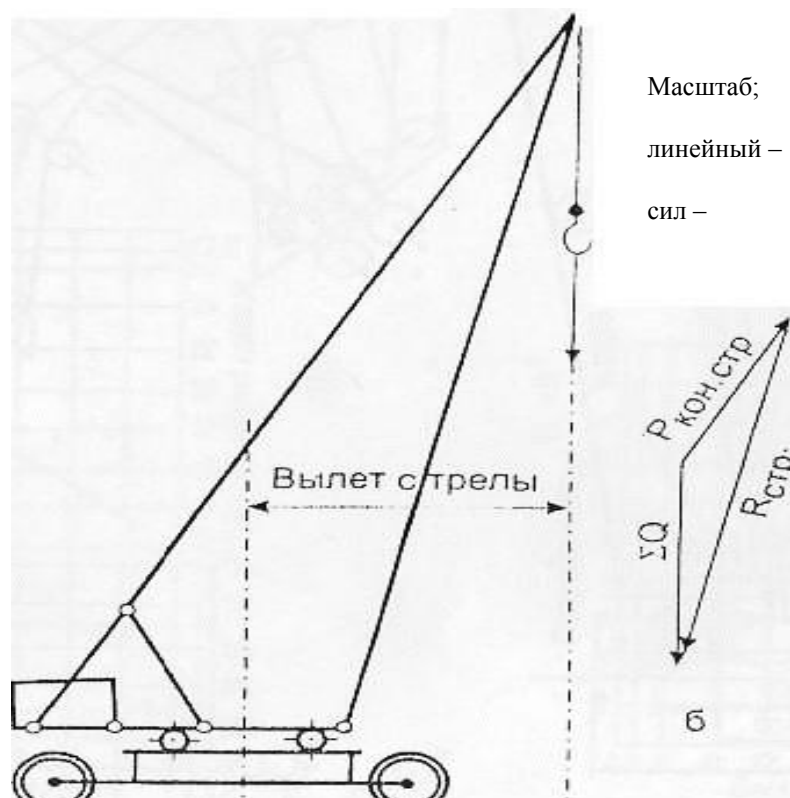
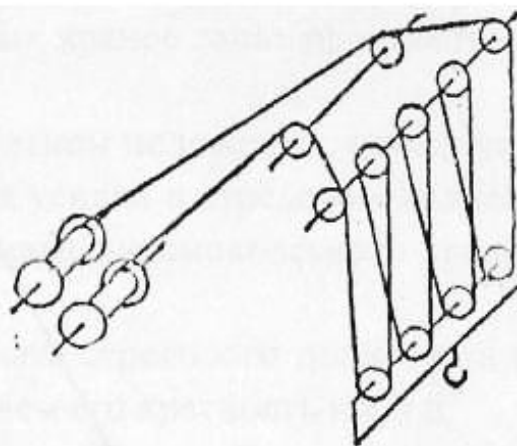
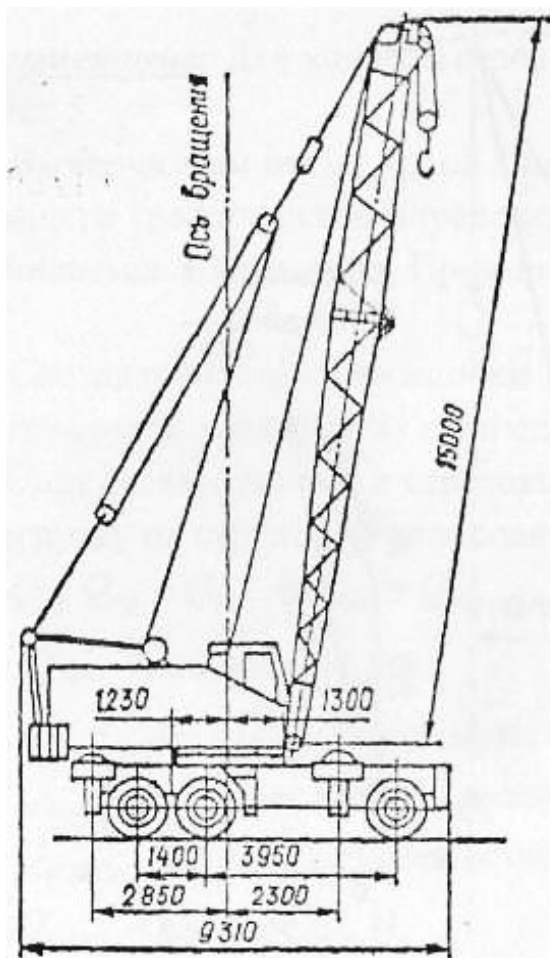


Рис. 2.2. Пневмоколесный кран:
а) расчетная схема; б) силовой треугольник

Таблица 2.2

Характеристика стальных канатов ГОСТ 2688-80

Диаметр каната, м	Расчетный вес 100 м каната смазанного, Н	Предел прочности проволоки при растяжении, Н/мм ²				
		1400 1600 1700			1800	2000
		Разрывное усилие каната в целом, Н				
8,3	2560	-	24500	26050	26850	29300
9,1	3050	-	35550	37750	38950	42450
9,9	3586	-	42350	45050	46400	50650
11	4616	-	49850	52950	54550	59550
12	5270	-	64150	68150	70250	76650
13	5966	72550	73250	77800	80200	87500
14	7280	88500	82950	88100	90850	99100
15	8440	102500	101000	107500	110500	120500
16,5	10250	124000	117000	124500	128500	140000
18	12200	148000	142000	151000	155500	169500
19,5	14050	170500	169500	180000	185500	202500
21	16350	198500	195000	207500	213500	233000
22,5	18500	224500	227000	241000	248500	271000
24	21100	256000	256500	272500	281000	306500



$$D_{\text{кан}} = 24 \text{ мм}$$

$$R = 1600 \text{ Н/мм}^2$$

ЛК-Р 6х19+1

$$D_{\text{кан}} = 16,5 \text{ мм}$$

$$R = 1600 \text{ Н/мм}^2$$

ЛК-Р 6х19+1

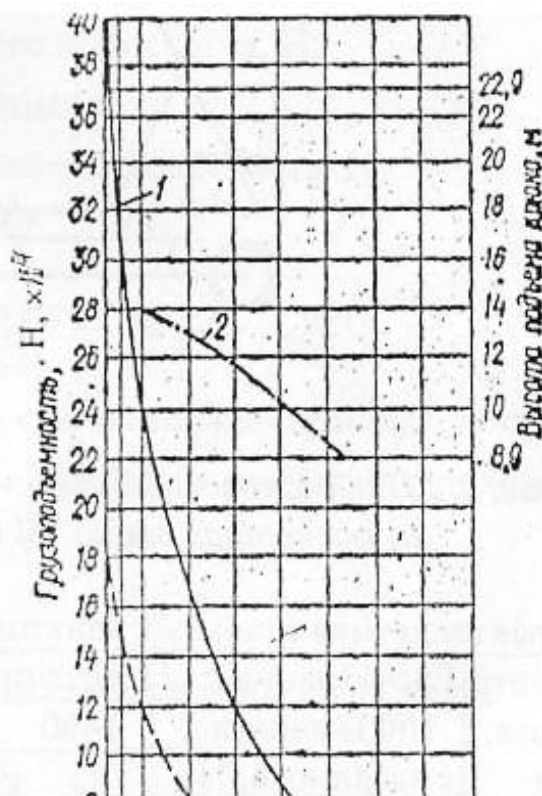
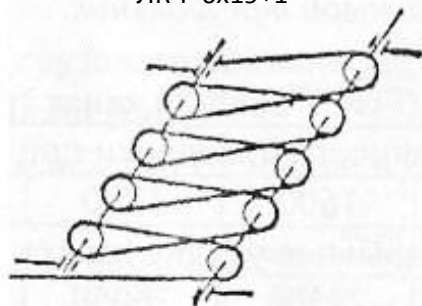


Рис. 2.3. Схема пневмоколесного крана КС-6362:

а – общий вид; б – схема запасовки стрелового каната (зависимо от длины стрелы); в – схема запасовки грузового крана и график грузоподъемности крана при длине стрелы 15м; г – то же 20м; д – до же, 25м; е – то же, 30 м; ж – то же, 35м; 1 – грузоподъемность; 2 – высота подъема; 3 – грузоподъемность без выносных опор

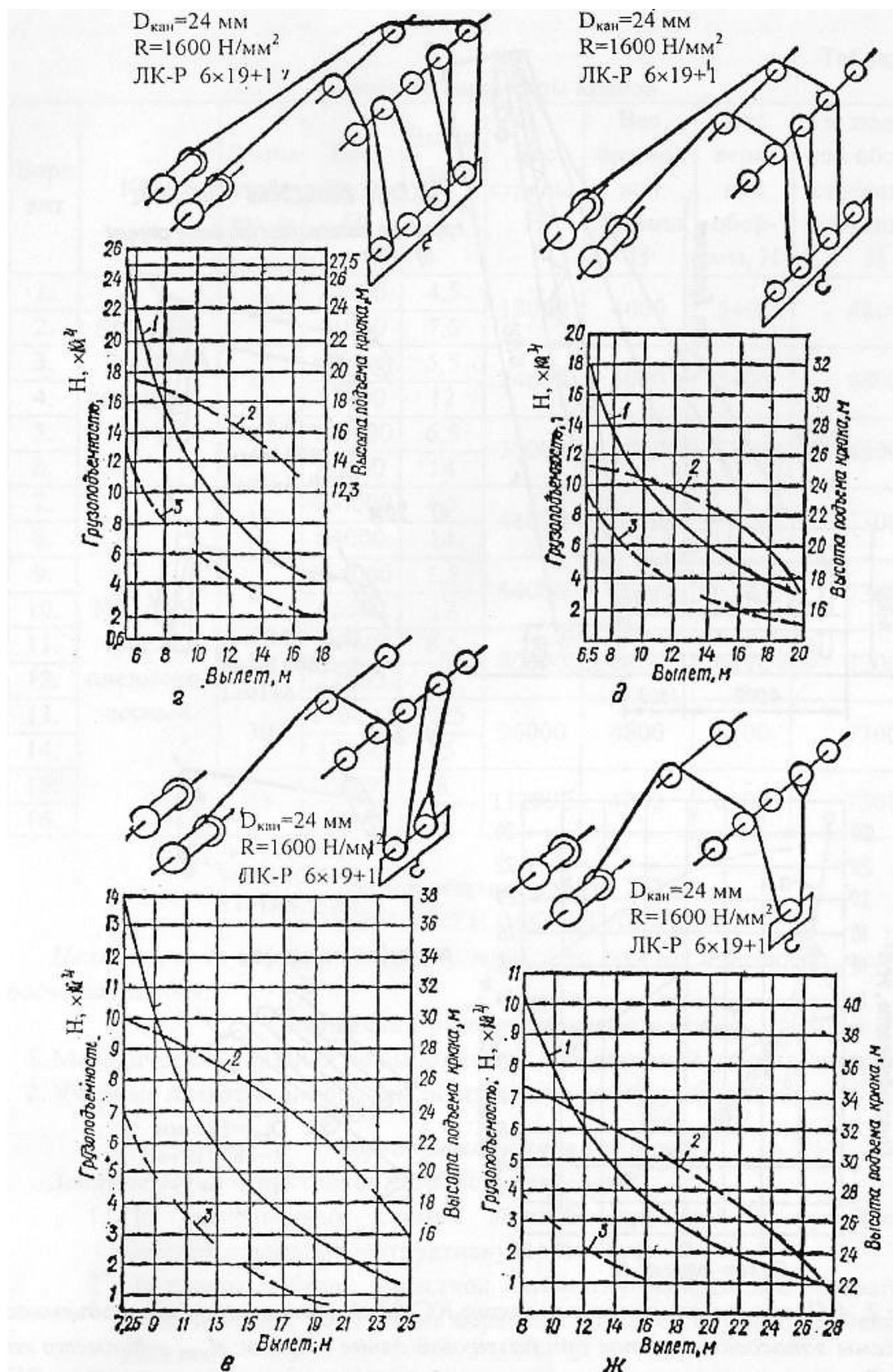


Рис. 2.3. Схема пневмоколесного крана КС-6362 (продолжение)

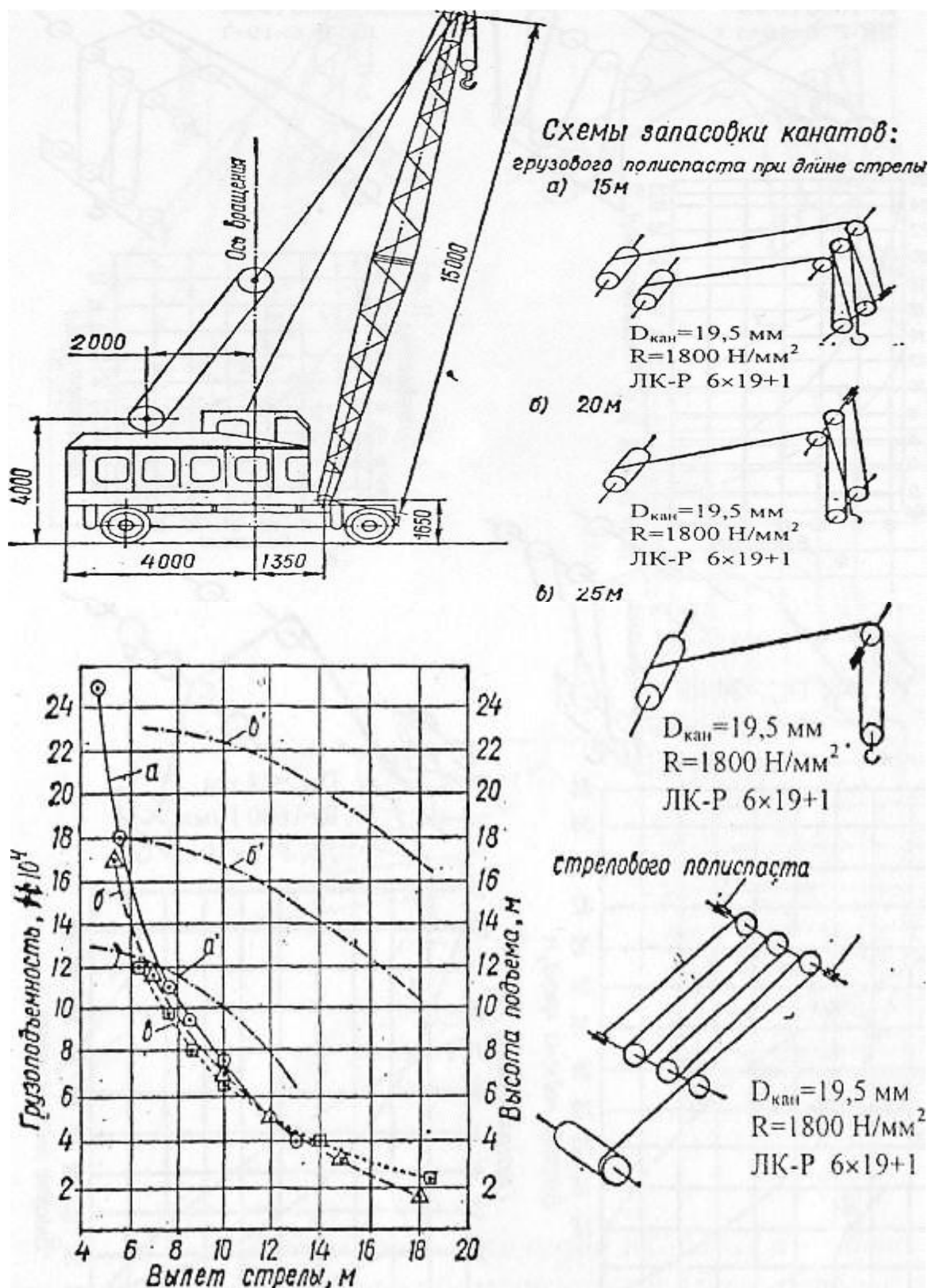


Рис.2.4.Схема пневмоколесного крана КС-5361, график его грузоподъемности и схемы запасовки канатов при различной длине стрелы:

$d_{кан}$ - диаметр каната; R - временное сопротивление разрыву отдельной проволоки каната; ЛК-Р6 х 19+1 - формула каната;

а, б, в - грузоподъемность крана при длине стрелы 15, 20 и 25 м;

а', б', в' - высота подъема крюка при тех же длинах стрелы

Таблица 2.1

Основные параметры кранов

Вариант	Кран	Длина стрелы, м	Вес груза, Н	Вылет стрелы, м	Вес стрелы, Н	Вес крюковой обоймы, Н	Вес верхней обоймы, Н	Вес подвижной обоймы стрелового полиспаста, Н
1.	КС- 5361 (рис. 1) пневмоколесный	15	25000	4,5	18000	4600	5400	4800
2.			11000	7,5				
3.		20	170000	5,5	24600	4000	5400	4800
4.			53000	12				
5.		25	120000	6,5	30000	3200	5400	4800
6.			40000	14				
7.	КС- 6362 (рис. 2) пневмоколесный	15	400000	4,5	48000	6400	6100	7300
8.			64000	14				
9.		20	260000	5,5	64000	6400	6100	7300
10.			45000	17				
11.		25	190000	6,5	80000	6400	6100	7300
12.			27000	20				
13.		30	140000	7,25	96000	4800	6100	7300
14.			12500	25				
15.		35	105000	8	112000	4200	6100	7300
16.			8500	28				

Лабораторная работа №3. Устройство лебедок

Цель: изучить конструктивное устройство лебедок и овладеть техникой расчета лебедок.

Оснащения и учебно-наглядные пособия

1. Методические указания по выполнению лабораторной работы, литература.
2. Учебные плакаты, диафильмы по изучению конструкции лебедок.

Порядок выполнения работы

Задание 1. Конструктивное устройство лебедок.

1. По зарисованным схемам электрореверсивной и фрикционной лебедок показать конструктивную разницу.
2. На схемах лебедок с жесткой кинематической связью показать цилиндрические, конические барабаны. В каких случаях применяются лебедки?
3. Изобразите схему двухмоторной лебедки. Какими особенностями обладает эта лебедка при работе с грузом?

Задание 2. Расчеты лебедок.

Решить задачу подъема грузов на строительном объекте при помощи подъемника при условии, что на строительстве есть подъемник без лебедки и отдельно лебедка без двигателя. Необходимо проверить пригодность лебедки для подъемника и подобрать к ней канат и двигатель.

Последовательность выполнения расчета

1. Начертить схему запасовки каната подъемника.
2. Подобрать стальной канат.
3. Вычислить канатоемкость барабана лебедки.
4. Определить требуемую мощность двигателя.
5. Проверить общее передаточное число редуктора лебедки.

Методика расчета.

Чертим схему запасовки каната подъемника (рис. 1) для определения общего коэффициента полезного действия блоков.

$$\eta_{\text{общ}} = \eta_{\text{бл}}^n, \quad (3.1)$$

где $\eta_{\text{общ}}$ – КПД одного блока (0,96÷0,98); n – количество блоков;

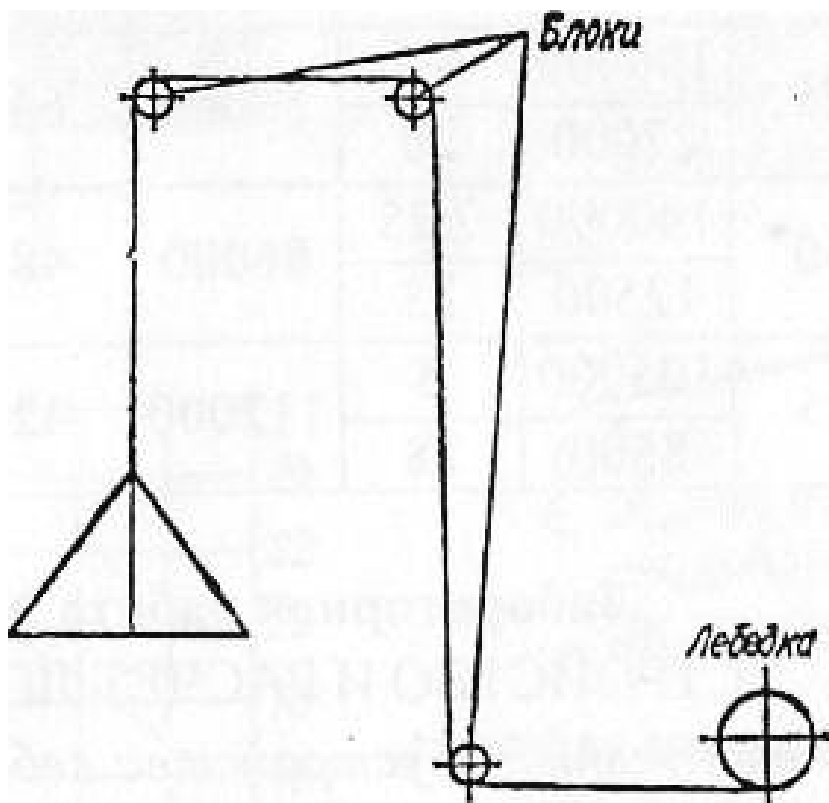


Рис. 3.1. Схема запасовки каната подъемника

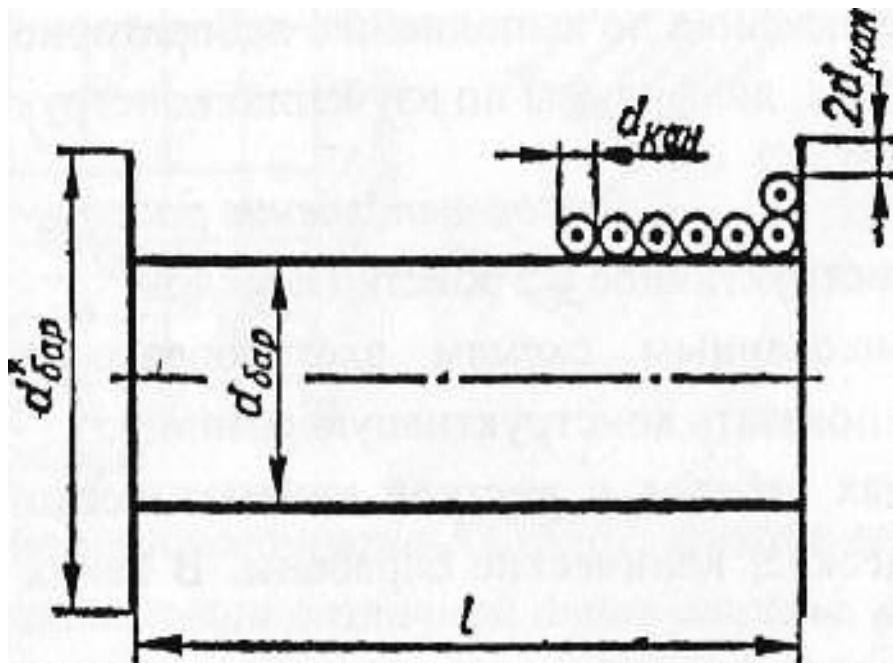


Рис.3.2. Схема к определению канатоемкости барабана лебедки

2. Подбираем стальной канат. Стальные канаты подбирают по разрывному усилию R_c учетом требуемого коэффициента запаса прочности. Аналитическое выражение этого условия:

$$\frac{R}{P_k} \geq k, \quad (3.3)$$

где P_k – максимальное рабочее усилие в канате подъемника, вычисляемое по формуле:

$$P_k = \frac{Q_{\text{расч}}}{\eta_{\text{общ}}}, \text{Н}, \quad (3.3)$$

где $Q_{\text{расч}}$ – вес груза и грузовой платформы, Н.

По нормам Госгортехнадзора запас прочности канатов строительных подъемников с машинным приводом должен быть не менее 5.

Требуемый диаметр каната и все его данные выбираются по ГОСТ2688-80 на основании подсчитанного разрывного усилия каната (табл.3.1)

Диаметр выбранного каната $d_{\text{кан}}$ должен быть не более 1/16 - 1/20 диаметра барабана лебедки (рис. 3.1).

3. Вычислить канатоемкость барабана лебедки по формуле (рис. 3.2)

$$L = \frac{3,14 \cdot l \cdot m \cdot (d_{\text{бар}} + m d_{\text{кан}})}{d_{\text{кан}}}, \quad (1.4)$$

где L – длина барабана, м; L_m – возможное количество слоев навивки каната на барабан; $d_{\text{бар}}$ – диаметр барабана лебедки, м; $d_{\text{кан}}$ – диаметр каната, м.

Возможное количество слоев навивки каната на барабан определяем по диаметрам реборды барабана и каната с учетом запаса выступа для предотвращения схода каната:

$$m = \frac{d'_{\text{бар}} - d_{\text{бар}}}{2d_{\text{кан}}} - 2, \quad (3.5)$$

где $d'_{\text{бар}}$ – диаметр барабана лебедки по ребрам

При выборе лебедки, исходя из того, что на её барабан надо вместить канат длиной T ,:

$$T = H + 2 \cdot 3,14 \cdot 9 (d_{\text{бар}} + d_{\text{кан}}), \quad (3.6)$$

где H – максимальная высота подъема груза (табл. 2.3 и 2.4).

$2 \cdot 3,14 \cdot (d_{\text{бар}} + d_{\text{кан}})$ – не сматываемые витки на барабане

Пригодность лебедки на канатоемкость определяется из условия:

$$T < L. \quad (3.7)$$

4. Определяется требуемая мощность двигателя по наибольшему условию в канате P_k , скорости подъема $v_{\text{под}}$ и КПД лебедки $\eta_{\text{леб}}$:

$$N = \frac{P_k \cdot v_{\text{под}}}{102 \cdot \eta_{\text{леб}}}, \quad (3.8)$$

где $v_{\text{под}}$ – скорость подъема груза, м/сек; $\eta_{\text{леб}}$ – КПД лебедки

По вычислительной мощности выбираем в каталоге подходящий двигатель.

5. Определяем общее передаточное число редуктора лебедки по формуле:

$$i_{\text{общ}} = \frac{3.14 \cdot n_{\text{дв}} \cdot d_{\text{бар}}}{60 \cdot v_{\text{под}}}, \quad (3.9)$$

где $n_{\text{дв}}$ – число оборотов двигателя (табл.3.2)

Таблица 3.1

Диаметр каната, мм	Вес 100 м смазанного каната Н	Предел прочности проволоки при растяжении Н/мм				
		1400	1600	1700	1800	2000
		Разрывное усилие каната в целом, Н				
8,3	2560	-	24500	26050	26850	29300
9,1	3050	-	35550	37750	38950	42450
9,9	3586	-	42350	45050	46400	50650
11	4616	-	49850	52950	54550	59550
12	5270	-	64150	68150	70250	76650
13	5966	72550	73250	77800	80200	87500
14	7280	88500	8290	88100	90850	99100
15	8440	102500	101000	107500	110500	120500
16,5	10250	124000	117000	124500	128500	140000
18	12200	148000	142000	151000	155500	169500
19,5	14000	170500	169500	180000	185500	202500
21	16350	198500	195000	207500	213500	238000
22,5	18500	224500	227000	241000	248500	271000
24	21 100	256000	256500	272500	281000	306500

Таблица 3.2

**Технические данные асинхронных электродвигателей
с короткозамкнутым ротором общего применения**

Тип электро- двигателя	Номинальная мощность на валу, КВт	Скорость вращения об/мин	Тип электро- двигателя	Номинальная мощность на валу, КВт	Скорость вращения об/мин
А-41-6	1	930	А-61-8	4,5	730
А-42-6	1Д	930	А-62-8	7	730
А-51-6	2,8	950	А-71-8	10	730
А-52-6	4,5	950	А-72-8	14	730
А-61-6	7	970	А-81-8	20	730
А-62-6	10	970	А-82-8	28	730
А-71-6	14	970	А-91-8	40	730
А-81-6	2	97	А-92-8	55	730

Таблица 3.2

Варианты 1-15

Лебедка электрореверсивная Л-3002, ее паспортное тяговое усилие 30000 Н.
Размеры барабана: диаметр по ребордам – 450, диаметр 273 мм; длина 500 мм.

Тип подъемника – мачтовый. Вес грузовой площадки 3000 Н.

Вариант	Вес груза, Н	Скорость подъема, м/сек	Высота подъема, м
1	20000	1,3	80
2	12000	1	60
3	20000	0,75	70
4	23000	0,5	55
5	7500	0,5	30
6	18900	0,8	25
7	17000	1,1	58
8	14000	0,9	72
9	10500	0,6	15
10	19000	0,7	63
11	18000	0,85	71
12	22000	0,65	81
13	21000	0,95	50
14	16000	0,68	60
15	13000	0,82	69

Таблица 3.3

Варианты 16-30

Лебедка электрофрикционная Д-499, ее паспортное тяговое усилие 12500 Н.

Размеры барабана: диаметр по ребордам – 370 мм; длина барабана – 460 мм.

Тип подъемника – мачтовый. Вес грузовой площадки – 1500 Н.

Вариант	Вес груза, Н	Скорость подъема, м/сек	Высота подъема, м
16	4000	1,5	35
17	4500	1,2	40
18	7500	1	50
19	6000	1,4	55
20	7250	1,2	40
21	8000	1,4	30
22	5500	1,4	35
23	4700	1	45
24	7500	1,3	30
25	6900	0,9	40
26	4380	1,2	50
27	7230	1,3	55
28	4000	1,6	41
29	4500	1,2	45
30	5200	1,28	50

Лабораторная работа №4. Тяговый расчёт автотранспорта

Цель: *определение тягового расчёта самосвала, сменную производительность и сменный пробег.*

Данные для расчёта в таблицах 4.1, 4.2, 4.3

Последовательность выполнения работы

1. Проверить возможность движения автосамосвала по сцеплению на каждом участке пути.
2. Определить скорости движения груженого самосвала на каждом участке трассы.
3. То же, порожнего самосвала.
4. Определить продолжительность движения гружёного и порожнего самосвала на каждом участке трассы.
5. Подсчитать продолжительность загрузки автосамосвала.
6. Вычислить длительность рейса автосамосвала, включая время на загрузку и разгрузку.
7. Определить сменную производительность автосамосвала.
8. Подсчитать сменный пробег самосвала.
9. Определить количество рейсов самосвала гружённым и порожним рейсом за смену расчётом по полученным данным.

Методика расчёта

1. Проверяем заданные участки дороги по сцеплению (рис. 4.1), исходя из движения с установившейся скоростью, по формуле

$$\varphi G_{\text{сц}} \geq G(\omega + i) \text{ кгс}, \quad (1)$$

где φ – коэффициент сцепления шин с покрытием дороги; $G_{\text{сц}}$ – сцепной вес автосамосвала, кгс; G – полный вес гружёного автосамосвала (табл. 4.3); ω – основное удельное сопротивление движению на горизонтальном пути (табл. 3.4); i – заданный подъём участка (табл. 4.1).

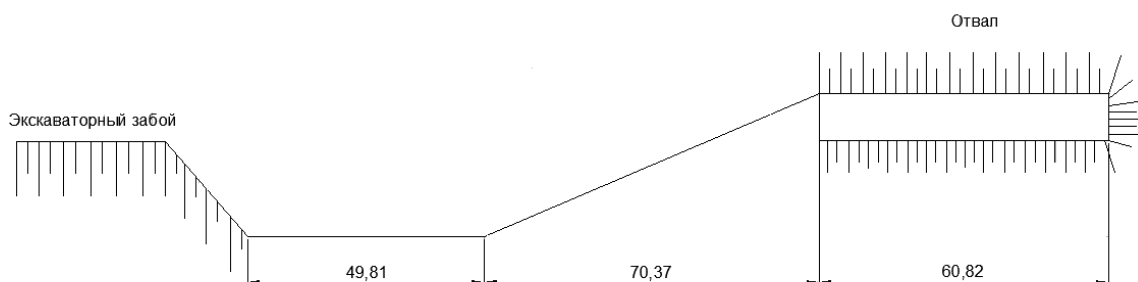


Рис. 4.1. Схема трассы движения автосамосвала

2. Определяем скорость движения гружёного автосамосвала на каждом участке трассы по его динамической характеристике $D=f(v)$, исходя из того, что динамический фактор при установившемся движении (т.е. при $v=\text{const}$) численно равен $\omega + i$.

Динамические характеристики машин приведены на рис. 4.2.

3. Определяем скорости движения порожнего автосамосвала. При $\omega - i > 0$ пользуемся школой порожнего самосвала D_0 (рис. 4.1).

При $\omega - i < 0$ применяем допустимый тормозной путь S_T и формулу

$$V^{\text{пор}} = \sqrt{130 \cdot S_T (\varphi - i + \omega)} \text{ км/ч.} \quad (2)$$

Для условий строительной площадки $S_T = 5$ м.

4. Определяем продолжительность движения гружёного и порожнего автосамосвала по каждому участку трассы:

$$t_1 = \frac{3,6l_1}{0,9v_1} + \frac{3,6l_1^{\text{пор}}}{0,9v_1^{\text{пор}}} \text{ сек;}$$

$$t_2 = \frac{3,6l_2}{0,9v_2} + \frac{3,6l_2^{\text{пор}}}{0,9v_2^{\text{пор}}} \text{ сек;}$$

$$t_3 = \frac{3,6l_3}{0,9v_3} + \frac{3,6l_3^{\text{пор}}}{0,9v_3^{\text{пор}}} \text{ сек,}$$

где v_1, v_2, v_3 – скорости движения гружёного самосвала (км/ч) на каждом участке трассы, подсчитанные по динамическим характеристикам; $v_1^{\text{пор}}, v_2^{\text{пор}}, v_3^{\text{пор}}$ – тоже для порожнего автомобиля; l_1, l_2, l_3 – длины этих участков; 3,6 – коэффициент перевода из км/ч в м/сек; 0,9 – коэффициент, учитывающий затраты времени на ускорение и замедление движения.

5. Время загрузки самосвала и количество ковшей экскаватора, загруженных грунтом в самосвал, определяется по формуле

$$t_{\text{загр}} = t_{\text{ц}} \cdot n \text{ сек,}$$

где $t_{\text{загр}}$ – время загрузки самосвала; $t_{\text{ц}}$ – время продолжительности цикла самосвала; n – количество ковшей грунта.

6. Определяем длительность рейса самосвала

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + t_{\text{загр}} + t_{\text{разгр}} \text{ сек,}$$

где $t_{\text{разгр}}$ – длительность разгрузки автосамосвала с учётом манёвров, сек. (табл. 4.5).

7. Подсчитываем сменную производительность самосвала

$$\Pi_c = \frac{3600 \cdot T \cdot k_B \cdot Q}{t_p} \text{ т/смену,}$$

где T – длительность смены; k_B – коэффициент использования сменного времени, равный 0,85-0,9; Q – грузоподъёмность автосамосвала, т. (табл. 4.5).

8. Определяем сменный пробег автосамосвала

$$L_{\text{см}} = \frac{3600 \cdot T \cdot k_B \cdot 2 \cdot (t_1 + t_2 + t_3)}{1000 \cdot t_p} \text{ км.}$$

Таблица 4.1

Варианты к лабораторной работе

Варианты	Длина участка			Подъём участка (см. рис. 2)		
	l_1	l_2	l_3	i_1 -дорога забойная	i_2 -дорога щебёночная	i_3 -дорога отвальная
1	400	1600	300	0,02	0,06	0,045
2	450	1700	400	0,03	0,03	0,035
3	600	2500	300	0,035	0,07	0,03
4	650	3000	500	0,045	0,10	0,02
5	600	3500	400	0,055	0,07	0,03
6	800	3000	600	0,035	0,06	0,04
7	650	2000	400	0,02	0,05	0,01
8	500	3500	500	0,03	0,04	0,02
9	850	2000	600	0,04	0,12	0,04
10	800	1800	450	0,03	0,1	0,025

Таблица 4.2

Дополнительные данные для вариантов работы

Варианты	Марка автоса- мосвала	Ёмкость ков- ша экскава- тора, м ³	Продолжительность рабочего цикла экс- каватора, сек	Количество ковшей, вме- щающиеся в кузов
1-3	МАЗ-64	0,5	15	9
4-7	КрАЗ-255	1	20	7
8-10	БелАЗ-75	4,5	40	6

Таблица 4.3

Технические характеристики самосвалов

Показатели	Марка самосвала		
	МАЗ	КрАЗ	БелАЗ
Грузоподъёмность Q, т с	8	12	27
Полный вес груженного автосамосва- ла G, кгс	15250		
Сцепной вес автосамосвала G _{сц} , кгс	10000	19000	32400
Продолжительность разгрузки с ма- неврированием, t _{разгр} , сек	80	100	120

Таблица 4.4

**Основное удельное сопротивление движению на горизонтальном пути ω
и коэффициент сцепления φ на влажной дороге**

Дорога	ω	φ
Забойная	0,04÷0,05	0,2
Щебёночная	0,02÷0,03	0,3
Отвальная	0,06÷0,07	0,2

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сухарев, Э.А. Основы динамики подъемно-транспортных и дорожно-строительных машин: учебное пособие для студентов по направлению "Машиностроение" по специальности "Подъем.-трансп., строит., дорож., мелиоратив. машины и оборудование" / Э.А. Сухарев. – Ровно: НУВХП, 2012. – 190 с.

2. Гаврилов, К.Л. Дорожно-строительные машины: устройство, ремонт, техническое обслуживание: учеб. пособие / К.Л. Гаврилов, Н.А. Забара. – Изд. 2-е, испр. и доп. – Клинцы: Клинц. гор. тип., 2011. – 335 с.

3. Чабанный, В.Я. Технология производства и ремонт дорожно-строительных машин: учебное пособие для вузов по специальности "Строит. и дорож. машины и оборудование" / В.Я. Чабанный, Н.В. Власенко, В.Н. Тимченко. – Киев: Интеграл, 2008. – 260, [1] с.

4. Максименко, А.Н. Диагностика строительных, дорожных и подъемно-транспортных машин: учеб. пособие для вузов / А.Н. Максименко, Г.Л. Антипенко, Г.С. Лягушев; под общ. ред. А.Н. Максименко. – Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2008. – 301 с.

5. Дорожные машины и производственная база строительства: рабочая программа, методические указания и контрольные задания для студентов заочной формы обучения: ФЗДО: направление 270800.62: профиль: «Автомобильные дороги и аэродромы» / сост. Л.П. Подорожная. – Вологда: ВоГТУ, 2012. – 27 [1] с. Режим доступа: http://www.library.vstu.edu.ru/biblio/podorojnaja/book8/2012_podoroj_dmpbs.pdf

6. Дорожные машины: Машины для пр-ва земляных работ. Подбор оборудования для пневмотранспортирования бетон. смеси: методические указания к лабораторным работам: ИСФ: специальность 270205 / сост.: Л.П. Подорожная, Н.Н. Габитов. – Вологда: ВоГТУ, 2010. – 19 с.: табл. Режим доступа: http://www.library.vstu.edu.ru/biblio/podorojnaja/book6/2010_podoroj_dor_mash.pdf