КРАНЫ КАБЕЛЬНЫЕ

Нормы расчета и проектирования

РТМ 24.090.34-85

Издание официальное

gost.e-ecolog.ru

УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН в действие Министерства тяжелого и транспортного машиностроения от 17.01.85 г. №ВА-002/485

Исполнители: Г.Г.Кубийда- канд.техн.наук (руководитель темы)
Н.А.Смирнова (исполнитель)

Настоящий документ не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без письменного разрешения ВНИИТМАШ

УДК 621.877 Группа Г 86

РУКОВОДЯЩИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

КРАНЫ КАБЕЛЬНЫЕ
Нормы расчета и проектирования

РТМ 24.090.34-85
Взамен
РТМ 24.090.34-77

Указанием Министерства тяжелого и транспортного машиностроения от 17.01.85г. № ВЯ-002/485 срок введения установлен с 01.04.86.

Настоящий руководящий технический материал устанавливает основные требования к проектированию кабельных кранов (в дальнейшем краны).

РТМ обязателен для предприятий и организаций Минтяжмаш.

1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1.1. Условные обозначения основных расчетных величин, принятые в настоящем руководящем техническом материале, приведены в приложении 1, термины и их определения - в приложении 2.

1.2. Группы режима работы механизмов кранов, принятые в соответствии с ГОСТ 25835-83, приведены в табл.1.

Таблица I

Группы режима работы механизма

Назначение крана	Группа режима работы механизма		
	подъема	передвижения тележки	передвижения крана
Крюковой для монтажных работ	3	3	3
Крюковой перегрузочный *	4	4	3
Грейферный перегрузочный	5	5	3

* К крюковым перегрузочным относятся краны, работающие: на укладке бетона, на лесных складах, на открытых горных разработках.

I.3. Натяжение несущего каната следует создавать путем заклокревания концов на опорах без натяжного груза. Этим обеспечивается наименьшие статические изменения провесов и минимальные динамические колебания канатной системы. Применение качающейся башни для создания натяжения несущего каната не рекомендуется.

I.4. Расчет канатов и механического оборудования производится по методу допускаемых напряжений.

I.5. Расчет стальных конструкций крана производится по методу предельных состояний в соответствии со СНиП II-23-81.

2. ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

2.I. РТМ устанавливает нормы расчета для кранов грузоподъемностью I...50 т и величиной пролетов I00...I600м.

2.2. Для кранов, устанавливаемых на свободной площадке, величину пролета следует принимать кратную I0м; в условиях стесненных строениями или в горной местности допускается принимать величину пролета кратную Iм.

2.3. Высоты опор должны выбираться с таким расчетом, чтобы обеспечивался свободный проход груза над всеми сооружениями, находящимися на обслуживаемой площади и над штабелями уложенного материала.

2.4.В целях унификации узлов и элементов конструкций схемы однотипных опор,например,подвижных башен(см.поз.24 и 25 приложения 2),рекомендуется выполнять по принципу геометрического подобия.

2.5.Скорость движения грузовой тележки следует принимать в пределах 2,0...I2,5м/с в зависимости от величины пролета из расчета Iм/с на каждые I00м длины пролета и при соблюдении рационального соотношения скоростей подъема и передвижения,определяемого по формуле (2.I).

2.6.Необходимо предусматривать скорость 0,5 м/с для осмотра и смазки и для проведения ремонтных работ в пролете.

2.7.Ускорение (замедление) при транспортировании груза на коротких подъемных канатах следует принимать не более I м/с.При транспортировании груза на длинных подъемных канатах(гибкая подвеска груза)ускорение и замедление следует определять из условия раскачивания груза на допустимую амплитуду по методике,изложенной в разделе 6.3.

2.8.Скорость подъема груза следует принимать в пределах I,0...6,3м/с.При необходимости следует предусматривать малые посадочные скорости 0,I...0,3м/с для кранов,работающих на монтаже металлоконструкций и оборудования.

2.9.Ускорения и замедления при подъеме или опускании груза следует принимать не более Iм/с.

2.I0.Скорость движения опор крана следует принимать:

для опор,передвигающихся по бетонным путям-0,25...0,5м/с;

для опор,передвигающихся по шпальным путям-0,I...0,I5м/с;

для опор в виде якорных тележек(см.п.п.2.7;2.8 приложения 2), передвигающихся по металлическим эстакадам - 0,I м/с.

2.II. Соотношение скоростей опускания v_c (подъема $v_г$) и передвижения груза $v_д$ следует принимать равным отношению путей перемещения груза по высоте l_h к пролету $l_д$ для расчетного цикла крана, т.е.

$$\frac{v_c}{v_д} \approx \frac{l_h}{l_д}. \qquad (2.1)$$

2.I2. При применении регулируемого электропривода рекомендуется принимать:

соотношение скоростей подъема $v_г$ и опускания груза v_c

$$\frac{v_c}{v_г} \leq \frac{1}{\eta_г^2}; \qquad (2.2)$$

соотношение скоростей подъема (опускания) груза и подъема (опускания) порожнего грузозахватного органа

$$\frac{v_c}{v_г} \leq \frac{P_г}{P_c} \leq \frac{n_{max}}{n_{ном}}; \qquad (2.3)$$

соотношение скоростей передвижения грузовой тележки с грузом $v_д$ и без груза $v_т$

$$\frac{v_т}{v_д} \leq \frac{P}{P_т} \leq \frac{n_{max}}{n_{ном}}, \qquad (2.4)$$

где $\eta_г$ – к.п.д. механизма подъема;

n_{max} – максимальная частота вращения электродвигателя;

$n_{ном}$ – номинальная частота вращения электродвигателя.

2.I3. Рабочий цикл крюкового (кобельного) крана $t_ц$ состоит из машинных и ручных операций. Продолжительность ручных операций $t_р$ (загрузки и разгрузки бадьи, подвешивание и снятие груза) зависит от организации работ, определяется опытным путем и принимается по хронометражным данным.

3. СИСТЕМА КАНАТОВ

3.1. Система канатов крана состоит из несущего, подъемного, тягового (одного, двух и более) и др. канатов, соединенных с грузовой тележкой и объединенных поддержками.

3.2. Для кранов, работающих со скоростью движения грузовой тележки до 6 м/с, допускается канатную систему выполнять одноярусной, в которой головной и хвостовой тяговый и др. канаты проходят через грузовую тележку и поддержки, расположенные на несущем канате.

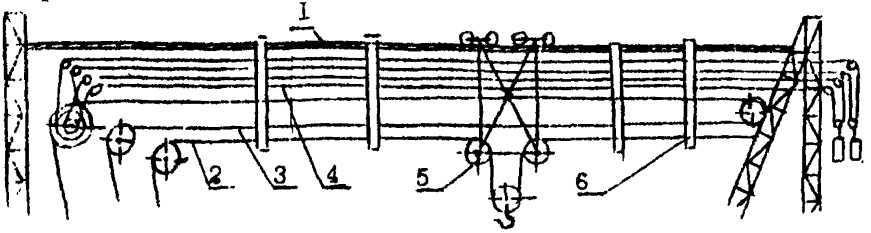
Система канатов с приводными поддержками приведена на черт.1, с неподвижными открытыми поддержками- на черт.2.

3.3. Для кранов, работающих со скоростью движения грузовой тележки более 6 м/с, канатную систему рекомендуется выполнять двухъярусной (черт.3). На несущем канате должны располагаться поддержки для подъемного, тягового и др. канатов. Выше несущего каната, на поддерживающем канате, должны крепиться поддержки для хвостовых канатов. К поддерживающему канату также должны крепиться электрокабели для управления движением контрбашни.

Для обслуживания верхней и нижней систем канатов необходимо предусмотреть ремонтную тележку с независимым приводом для ее передвижения.

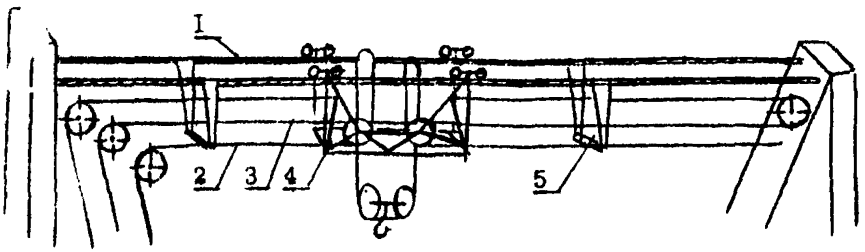
3.4. При применении параллельных кабельных кранов эстакадного типа рекомендуется принимать систему канатов по черт.4, которая позволяет располагать машинное отделение вне опор стационарно.

3.5. Для транспортирования тяжелых длинномерных грузов рекомендуется сдвоенная канатная система по черт.5.



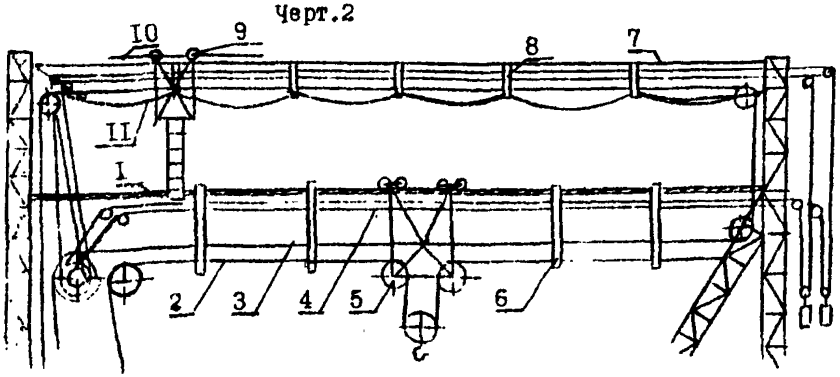
1-несущий канат; 2-подъемный канат; 3-тяговый канат для передвижения грузовой тележки; 4-тяговый канат для передвижения поддержек; 5-грузовая тележка; 6-поддержка приводная.

Черт.I



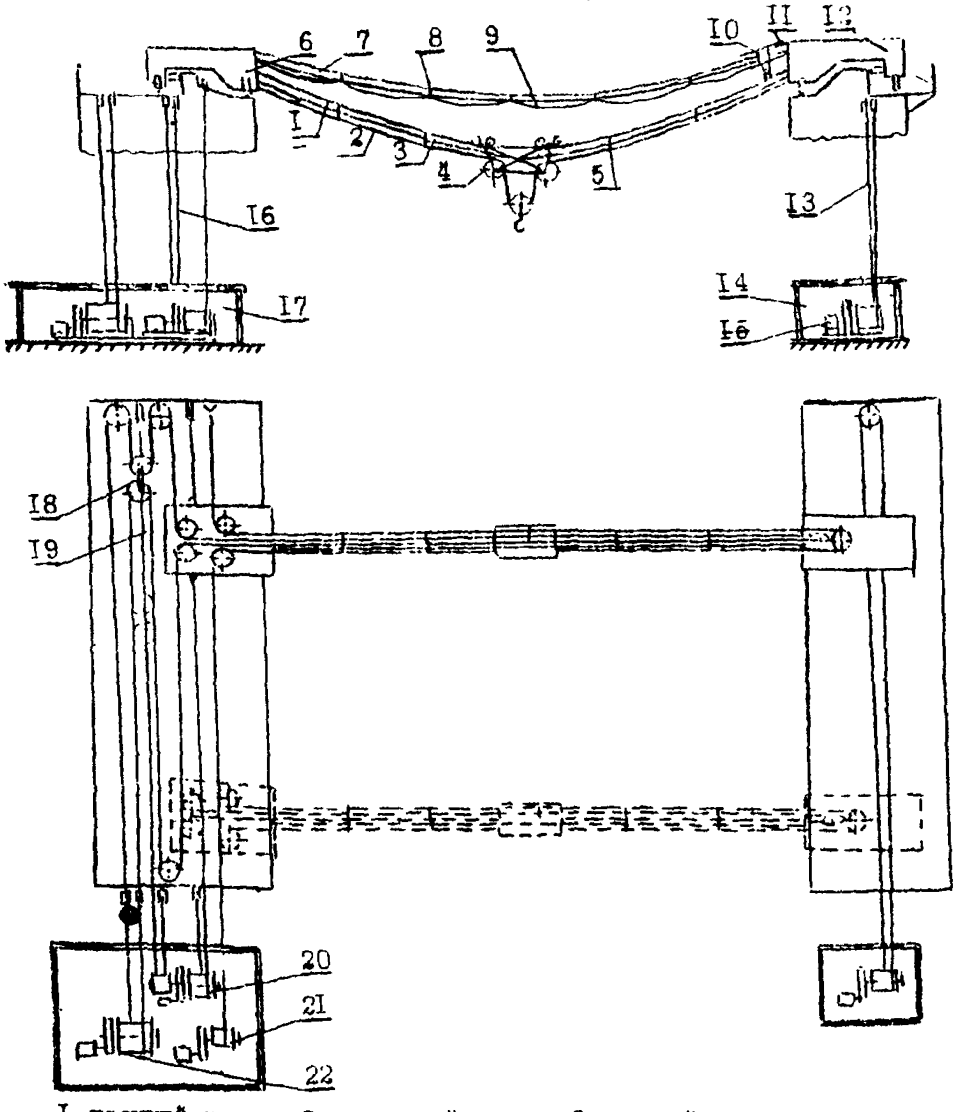
1-несущий канат; 2-подъемный канат; 3-тяговый канат для передвижения грузовой тележки; 4-грузовая тележка; 5-поддержка подвижная открытая

Черт.2



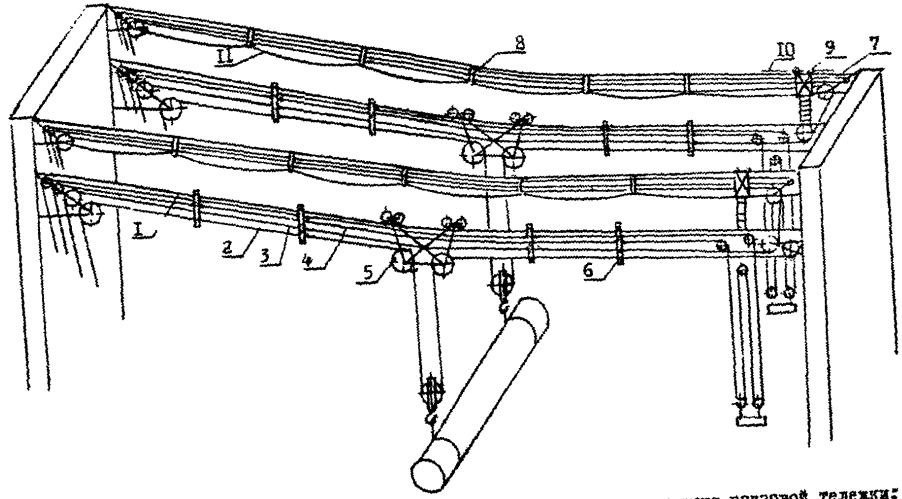
1-несущий канат; 2-подъемный канат; 3-тяговый канат для передвижения грузовой тележки; 4-тяговый канат для передвижения поддержек; 5-грузовая тележка; 6-поддержка приводная; 7-для подвески электрокабеля; 8-неподвижная закрытая поддержка; 9-ремонтная тележка; 10-тяговый канат для передвижения ремонтной тележки; 11-электрокабель

Черт.3



1-несущий канат; 2-подъемный канат; 3-тяговый канат для передвижения грузовой тележки; 4-грузовая тележка; 5-поддержка; 6-головная якорная тележка; 7-канат для подвески электрокабеля; 8-неподвижная закрытая поддержка; 9-электрокабель; 10-ремонтная тележка; 11-тяговый канат для передвижения ремонтной тележки; 12-хвостовая якорная тележка; 13-канат для передвижения хвостовой якорной тележки; 14-машинное отделение хвостовой якорной тележки; 15-лебедка для передвижения хвостовой якорной тележки; 16-канат для передвижения головной якорной тележки; 17-головное машинное отделение; 18-полиспастная тележка; 19-канат для передвижения полиспастной тележки; 20-лебедка для передвижения якорной и полиспастной тележек; 21-подъемная лебедка; 22-лебедка для передвижения грузовой тележки

Черт.4



I-несущий канат; 2-подъемный канат; 3-тяговый канат для передвижения грузовой тележки; 4-тяговый канат для передвижения поддержек; 5-грузовая тележка; 6-поддержка приводная; 7-канат для подвески электрокабеля; 8-неподвижная закрытая поддержка; 9-ремонтная тележка; IC-тяговый канат для передвижения ремонтной тележки; II-электрокабель

Черт.5

3.6.Для предохранения от чрезмерного провисания подъемных и тяговых канатов должна применяться система поддержек для прямых ветвей канатов, взаимодействующих с грузовой тележкой.

3.7.Для кранов с одним и двумя несущими канатами рекомендуется применять поддержки с приводом от многоступенчатого барабана, связанного с барабаном передвижения грузовой тележки.

Схема обводки тяговых канатов выполняется по черт.6.

3.8.Поддержки с приводом от многоступенчатого барабана и с полиспастным натяжным устройством позволяют уменьшить количество канатов для их передвижения на 60% по сравнению со схемой по п.3.7. (черт.6) и могут применяться при наличии высокой контрбашни, обеспечивающей ход полиспастного натяжного устройства.

Схема обводки тяговых канатов выполняется по черт.7.

3.9.Для поддержек с приводом от многоступенчатого блока и грузового натяжного устройства требуется канат длиною на 30% меньше, чем по п.3.8.Такое исполнение приводных поддержек может применяться в том случае, когда незначительное проскальзывание приводных канатов на приводном блоке не отражается на работе крана.

Схема обводки тяговых канатов выполняется по черт.8.

3.10.Тяговые канаты следует располагать в вертикальной плоскости, как показано на черт.6,7,8.

3.11.Для кранов с двумя несущими канатами могут применяться закрепленные к ним неподвижные открытые поддержки.

3.12.В качестве поддержек для обратных ветвей тягового, замыкающего и др.канатов рекомендуется применять неподвижные закрытые поддержки.

3.13.Раскрывающиеся неподвижные поддержки и поддержки с узловыми канатами применять не рекомендуется.



I-ступенчатый барабан; 2-приводная поддержка; 3-тяговый канат для передвижения поддержек; 4-пружинная натяжка; 5-неподвижная закрытая поддержка

Черт.6



I-ступенчатый барабан; 2-приводная поддержка; 3-тяговый канат для передвижения поддержек; 4-полиспастное натяжное устройство

Черт.7



I-ступенчатый приводной блок; 2-приводная поддержка; 3-тяговый канат для передвижения поддержек; 4-грузовое натяжное устройство; 5-неподвижная закрытая поддержка; 6-тяговый канат для передвижения грузовой тележки

Черт.8

4. СТАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КАНАТНОЙ СИСТЕМЫ

4.I. Канатная система рассчитывается на воздействие равномерно распределенной нагрузки от канатов - θ, подвижной сосредоточенной нагрузки - P от грузовой тележки с грузом · и от подвижных или неподвижных поддержек - p.

4.2. Обозначения расчетных величин для каждого из канатов системы приведены в табл.2.

Таблица 2

Обозначения расчетных величин

Наименование расчетной величины	Назначение каната			
	несущий	подъемный	тяговый для передвижения грузовой тележки	тяговый для передвижения поддержек
Натяжение, кН	$T_н$	$T_г$	$T_д$	$T_п$
Горизонтальная составляющая натяжения, кН	$H_н$	$H_г$	$H_д$	$H_п$
Вертикальная составляющая натяжения, кН	$V_н$	$V_г$	$V_д$	$V_п$
Сила тяжести одного метра каната, кН/м	$q_н$	$q_г$	$q_д$	$q_п$
Количество ветвей каната в пролете	$n_н$	$n_г$	$n_д$	$n_п$
Коэффициент запаса прочности каната	$K_н$	$K_г$	$K_д$	$K_п$

4.3. Равномерно распределенная нагрузка в кН определяется по формуле:

для крана с приводными поддержками

$$G = \frac{l}{\cos\beta}\sum q_v = \frac{l}{\cos\beta}\left(n_н q_н + n_г q_г + n_д q_д + n_п q_п\right); \quad (4.1)$$

для крана с неподвижными поддержками

$$G = \frac{\ell}{\cos\beta} \Sigma q = \frac{\ell}{\cos\beta} \left(n_н q_н + n_г q_г + n_д q_д \right), \qquad (4.2)$$

где ℓ -пролет крана, м;

β -угол наклона хорды пролета, град.

4.4. Нагрузка от движущихся канатов, опирающихся через систему поддержек на несущий канат:

крана с приводными поддержками

$$G_р = \frac{\ell}{\cos\beta} \Sigma q_р = \frac{\ell}{\cos\beta} \left(n_г q_г + n_д q_д + n_п q_п \right); \qquad (4.3)$$

крана с неподвижными поддержками

$$G_р = \frac{\ell}{\cos\beta} \Sigma q_р = \frac{\ell}{\cos\beta} \left(n_г q_г + n_д q_д \right). \qquad (4.4)$$

4.5. Горизонтальная составляющая общего натяжения системы канатов в кН при положении сосредоточенного груза на расстоянии x от опоры равна:

крана с приводными поддержками

$$\Sigma H_x = n_н H_{нх} + n_г H_г + n_д H_д + n_п H_п; \qquad (4.5)$$

крана с неподвижными поддержками

$$\Sigma H_x = n_н H_{нх} + n_г H_г + n_д H_д. \qquad (4.6)$$

4.6. Горизонтальная составляющая общего натяжения рабочих канатов:

крана с приводными поддержками

$$\Sigma H_р = n_г H_г + n_д H_д + n_п H_п; \qquad (4.7)$$

крана с неподвижными поддержками

$$\Sigma H_р = n_г H_г + n_д H_д. \qquad (4.8)$$

4.7. Расчетным является положение, когда грузовая тележка с максимальным грузом находится посередине пролета, для которого величина провеса $f_{\ell/2}$ в м принимается в пределах 3...8% от длины

пролета

$$f_{l/2} = (0{,}03 \ldots 0{,}08)\, l. \qquad (4.9)$$

4.8. Величина провеса $f_{l/2}$ находится в зависимости от длины пролета l в м, временного сопротивления разрыву каната σ в МПа и определяется по формуле

$$f_{l/2} = \frac{40}{\sigma} l\,(1 + 0{,}00125 l). \qquad (4.10)$$

4.9. Для предварительных расчетов нагрузка от одного метра системы канатов в кН определяется по формуле $\sum q = \gamma(P + nP)$, (4.11)

где n – число пар поддержек;

γ – коэффициент пропорциональности;

$\gamma = 0{,}0018\,м^{-1}$ – для крюковых кранов с двухъярусной системой канатов;

$\gamma = 0{,}0020\,м^{-1}$ – для крюковых кранов с одноярусной и грейферных кранов с двухъярусной системами канатов;

$\gamma = 0{,}0022\,м^{-1}$ – для грейферных кранов с одноярусной системой канатов.

4.10. Основной параметр канатной системы – горизонтальная составляющая суммарного натяжения канатов системы в кН – при положении расчетного груза посредине пролета находится по формуле

$$\sum H_{l/2} = \frac{l}{8 f_{l/2}} \left(2P + 2nP + \frac{l}{\cos\beta} \sum q\right), \qquad (4.12)$$

где P – сосредоточенная подвижная нагрузка, кН;

P – нагрузка от одной поддержки, кН.

4.11. При изменении положения груза в пролете, его величины, равномерно распределенной нагрузки (монтажный случай – в пролете только один несущий канат) и температуры изменяется натяжение системы канатов, горизонтальная составляющая которого находится из уравнения,

$$(\Sigma H_2)^3+(\Sigma H_1)^2\left[E_н n_н F_н\left[\frac{R_{e/2}\cos^5\beta}{2(\Sigma H_{e/2})^2}+\alpha(t^\circ-t_1^\circ)\cos\beta\right]-n_н H_{н e/2}-\Sigma H_{p1}\right]-\frac{E_н n_н F_н R_1\cos^5\beta}{2}=0, \quad (4.13)$$

где $E_н=16\cdot10^8$ кПа -условный модуль упругости закрытого несущего каната;

$F_н$ - площадь металлического сечения несущего каната, $м^2$;

$t^\circ-t_1^\circ$ - абсолютная разность температур для двух рассматриваемых случаев, принимается со знаком +, если $t^\circ\le t_1^\circ$ и минус, если $t^\circ>t_1^\circ$;

$H_{н e/2}$ - горизонтальная составляющая натяжения несущего каната, соответствующая расчетному положению, кН;

ΣH_{p1} - сумма горизонтальных натяжений рабочих канатов, соответствующая новому состоянию загрузки, кН;

$R_{e/2}$ и R_1 - факторы, зависящие от загрузки системы канатов соответственно для расчетного и нового состояния загрузки, значения которых для кранов с приводными и неподвижными поддержками приведены в табл.3, $кН^2$.

4.I2. При положении расчетного груза P на расстоянии x от опоры ΣH_x определяется из уравнения

$$(\Sigma H_x)^3+(\Sigma H_x)^2\left[E_н n_н F_н\left[\frac{R_{e/2}\cos^5\beta}{2(\Sigma H_{e/2})^2}\pm\varepsilon(t^\circ-t_1^\circ)\cos\beta\right]-\Sigma H_{p2}\right]-\frac{E_н n_н F_н R_x}{2}\cos^5\beta=0. \quad (4.14)$$

4.I3. Провес системы канатов в м под грузом при положении его на расстоянии x от опоры А

$$f_x=\frac{l-x}{2l\Sigma H_x}x(2P+2пр+G). \quad (4.15)$$

4.I4. Утол подъема в рад тележки с грузом P на расстоянии x от опоры А

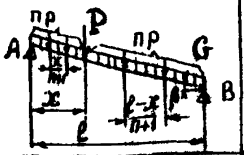
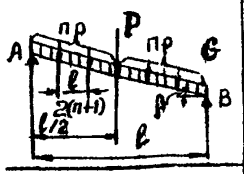
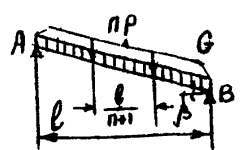
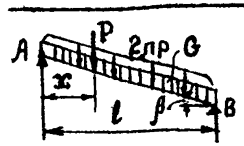
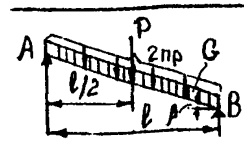
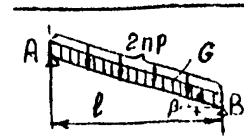
$$\gamma_x=arctg\left[tg\beta+\frac{l-2x}{2l\Sigma H_x}(P+пр+G)\right]. \quad (4.16)$$

4.I5.Наибольшие углы подъема будут у опор при $x=0$ и $x=l$.

$$\gamma_{max}=arctg\left(tg\beta\pm\frac{P+пр+G}{2\Sigma H_{e/2}}\right). \quad (4.17)$$

Таблица 3

Значение расчетных величин, характеризующих загрузку канатной системы

Схема загрузки	Значения R, кН^2	№ формулы
Кран с приводными поддержками		
	$R_{пх}=\left[P(P+2пр+G)+пр(пр+\frac{2}{3}G)\right]\frac{l-x}{l^2}x+\frac{(пр+G)^2}{12}$	4.18
	$R_{пl/2}=\frac{P}{4}(P+2пр+G)+\frac{(2пр+G)^2}{12}$	4.19
	$R_{по}=\frac{(пр+G)^2}{12}$	4.20
Кран с неподвижными поддержками		
	$R_{нх}=P(P+2пр+G)\frac{l-x}{l^2}x+\frac{(2пр+G)^2}{12}$	4.21
	$R_{нl/2}=\frac{P}{4}(P+2пр+G)+\frac{(2пр+G)^2}{12}$	4.22
	$R_{но}=\frac{(2пр+G)^2}{12}$	4.23

4.16. Вертикальные составляющие натяжения в кН системы канатов на опорах А и В, причем опора А расположена выше опоры В или на одном уровне (угол $\beta \leq 0$):

крана с приводными поддержками

$$\Sigma V_{Ax} = P\frac{l-x}{l} + np\frac{3l-2x}{2l} + \frac{l\Sigma q}{2\cos\beta} + \Sigma H_x \operatorname{tg}\beta; \qquad (4.24)$$

$$\Sigma V_{Bx} = P\frac{x}{l} + np\frac{l+2x}{2l} + \frac{l\Sigma q}{2\cos\beta} - \Sigma H_x \operatorname{tg}\beta; \qquad (4.25)$$

крана с неподвижными поддержками

$$\Sigma V_{Ax} = P\frac{l-x}{l} + np + \frac{l\Sigma q}{2\cos\beta} + \Sigma H_x \operatorname{tg}\beta; \qquad (4.26)$$

$$\Sigma V_{Bx} = P\frac{x}{l} + np + \frac{l\Sigma q}{2\cos\beta} - \Sigma H_x \operatorname{tg}\beta, \qquad (4.27)$$

4.17. При закреплении несущего каната и блоков рабочих канатов к шарнирно укрепленной раме (черт.9) вертикальные составляющие системы канатов на опорах А и В в кН определяются по формулам:

крана с приводными поддержками

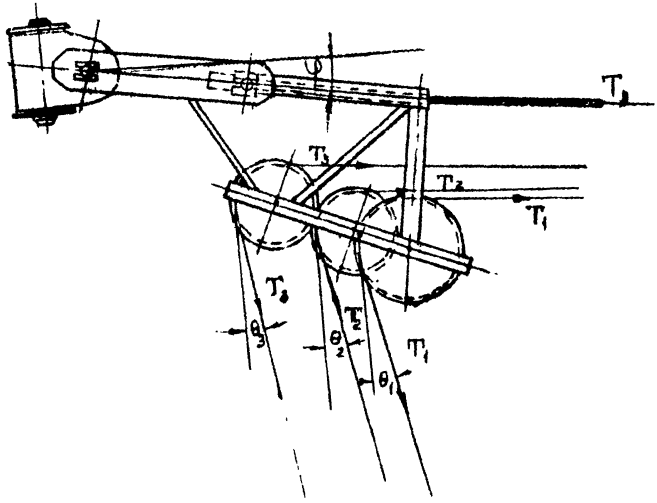
$$\Sigma V_{Ax} = P\frac{l-x}{l} + np\frac{3l-2x}{2l} + \frac{l\Sigma q}{2\cos\beta} + \Sigma H_x \operatorname{tg}\beta + \sum_{j=1}^{z} T_j \cos\theta_j + P_A; \qquad (4.28)$$

$$\Sigma V_{Bx} = P\frac{x}{l} + np\frac{l+2x}{2l} + \frac{l\Sigma q}{2\cos\beta} - \Sigma H_x \operatorname{tg}\beta + \sum_{j=1}^{z} T_j \cos\theta_j + P_B, \qquad (4.29)$$

где T_j - натяжение каната, идущего на лебедку или натяжное устройство, кН;

θ_j - угол между вертикалью и направлением каната, рад;

z - количество канатов, направляемых на лебедку или натяжное устройство, шт;



Черт. 9

P_A - нагрузка от поворотной рамы с блоками у опоры А, кН;

P_B - нагрузка от поворотной рамы с блоками у опоры В, кН;

Крана с неподвижными поддержками

$$\Sigma V_{Ax} = P\frac{l-x}{l} + nP + \frac{l\Sigma q}{2\cos\beta} + \Sigma H tg\beta + \sum_{j=1}^{2} T_j \cos\theta_j + P_A; \quad (4.30)$$

$$\Sigma V_{Bx} = P\frac{x}{l} + nP + \frac{l\Sigma q}{2\cos\beta} - \Sigma H_x tg\beta + \sum_{j=1}^{2} T_j \cos\theta + P_B. \quad (4.31)$$

4.18. Суммарное натяжение системы канатов в кН на опорах А и В при положении сосредоточенного груза на расстоянии x

$$\Sigma T_{Ax} = \sqrt{(\Sigma H_x)^2 + (\Sigma V_{Ax})^2}; \quad (4.32)$$

$$\Sigma T_{Bx} = \sqrt{(\Sigma H_x)^2 + (\Sigma V_{Bx})^2}. \quad (4.33)$$

4.19. Наибольшее натяжение системы канатов в кН будет на опоре А при положении груза посредине пролета

$$\Sigma T_{Ac/2} = \sqrt{(\Sigma H_{c/2})^2 + (\Sigma V_{Ac/2})^2}. \quad (4.34)$$

4.20. Угол подхода системы канатов к опорам А и В, рад.

$$\varphi_A = arctg\frac{\Sigma V_{Ax}}{\Sigma H_y}; \quad (4.35)$$

$$\varphi_B = arctg\frac{\Sigma V_{Bx}}{\Sigma H_x}. \quad (4.36)$$

4.21. Коэффициенты запасов прочности канатов должны приниматься по табл.4 в соответствии с ГОСТ 12.2.069-81.

Таблица 4

Наименьший допускаемый коэффициент запаса прочности канатов

Назначение каната	Отношение D/d	К
Несущий	-	3,0
Подъемный:		
крюковой монтажный	30	5,0
	40	4,5
	50	4,0
крюковой перегрузочный	30	5,5
	40	5,0
	50	4,5
грейферный перегрузочный *)	30	6,0
	40	5,5
	50	5,0
Тяговый для: передвижения грузовой тележки передвижения приводных поддержек передвижения крана (опоры)	30	4,0
удержания крана (опоры) от угона под действием ветра нерабочего состояния		2,5
Для полиспастов заякоревания несущих канатов	30	6,0
Для подвески кулачковых поддержек	-	3,0
Для подвески электрокабелей	-	3,0
Оттяжки мачт и опор	-	3,0
Монтажный:		
при ручном приводе	I2	4,0
при механическом приводе	20	

*) Принимается, что масса грейфера с материалом равномерно распределена на все канаты.

4.22. Провес системы канатов в м при произвольной загрузке ее определяется по формуле

$$f = \frac{\sum M}{\sum H}, \qquad (4.37)$$

где $\sum M$ - суммарный момент относительно рассматриваемой точки под действием равномерно распределенной и сосредоточенной нагрузок, кН·м;

$\sum H$ - горизонтальная составляющая натяжения системы канатов, кН.

Наибольший провес системы канатов в м на расстоянии X от опоры и определяется из уравнения

$$\sum M'_x = 0, \qquad (4.38)$$

где $\sum M'_x$ - производная от суммарного момента $\sum M_x$ относительно точки x.

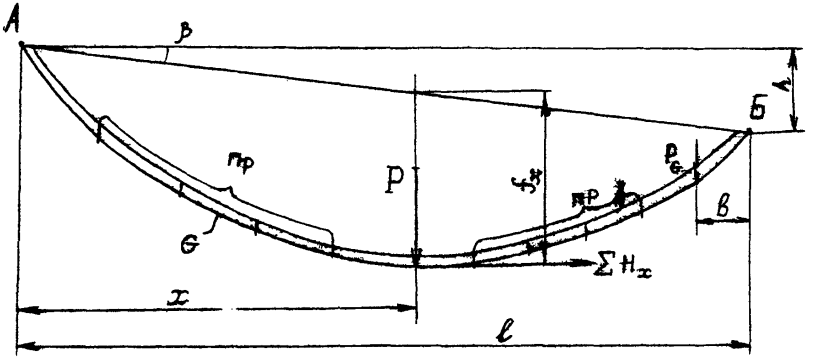
4.23. Если на несущих канатах кроме грузовой тележки имеется другая сосредоточенная нагрузка (противовес тягового каната с площадкой для его обслуживания), расположенная на расстоянии b от опоры Б, тогда наибольший провес системы канатов в м на расстоянии x (черт.10)

$$x = \frac{l}{2} + \frac{P_c b}{2P_{2пр} + G} \qquad (4.39)$$

определяется по формуле

$$f_x = \frac{x}{2l\sum H_x}\left[(2P_{2пр} + G)(l - x) + 2P_c b\right], \qquad (4.40)$$

где P_c - нагрузка от противовеса и площадок.



Черт.10

5. ВЫБОР КАНАТОВ

5.1. Несущий канат

5.1.1. Несущие канаты должны быть закрытой конструкции по ГОСТ 7675-73, ГОСТ 7676-73, ГОСТ 18901-73, ГОСТ 18902-73; разрешается применение закрытых подъемных канатов по ГОСТ 10506-76.

На кранах, предназначенных для временных монтажных работ, в качестве несущих канатов могут применяться канаты типа ТК с металлическим сердечником по ГОСТ 3067-74 и ГОСТ 3068-74 или канаты двойной свивки многопрядные типа ЛК-Р по ГОСТ 3088-80.

5.1.2. Наибольшее статическое натяжение несущего каната в кН будет на опоре А при положении тележки с грузом посредине пролете

$$T_н^{max} = \frac{\Sigma T_{A\,e/2} - \Sigma T_{p\,e/2}}{n_н}. \qquad (5.1)$$

5.1.3. Запас прочности несущего каната должен быть не менее указанного в табл.4.

5.1.4. Требуемое разрывное усилие несущего каната в целом $T_{раз}$ в кН

$$T_{раз} = T_н^{max} K_н. \qquad (5.2)$$

5.1.5. Разрывное усилие каната в целом $T_{раз}$ в кН принимается по таблице стандарта или по сертификату. При отсутствии данных о разрывном усилии несущего каната закрытой конструкции в целом, $T_{раз}$ определяется по суммарному разрывному усилию всех проволок умножением на коэффициент 0,9.

5.1.6. Длина каната L_x в м при любом загружении вертикальными силами будет

$$L_x = \frac{l}{\cos\beta}\left[1 + \frac{R_x}{2(\Sigma H_x)^2}\cos^4\beta\right], \qquad (5.3)$$

где R_x - фактор, характеризующий нагрузку системы канатов, принимается из табл.3.

5.I.7. Горизонтальная составляющая монтажного натяжения одного несущего каната $H_м$ в кН ($P=0$; $\rho=0$; $\Sigma q = n_н q_н$; $\Sigma H_x = n_н H_м$) определяется по формуле

$$H_м^3 + H_м^2 \left\{ E_н F_н \left[\frac{R_{ℓ/2}}{2(\Sigma H_{ℓ/2})^2} \cos^5\beta \pm \varepsilon (t^\circ_{ℓ/2} - t^\circ_м) \cos\beta \right] - H_{н½} \right\} - \frac{E_н F_н q_н^2 ℓ^2}{24} \cos^3\beta = 0. \quad (5.4)$$

5.I.8. Монтажный провес в м несущего каната

$$f_{нℓ/2} = \frac{q_н ℓ^2}{8 H_м \cos\beta}. \quad (5.5)$$

5.I.9. Длина несущего каната в м при монтаже

$$L_м = \frac{ℓ}{\cos\beta} \left[1 + \frac{q_н^2 ℓ^2}{24 H_м^2} \cos^2\beta \right]. \quad (5.6)$$

5.I.I0. Длина несущего каната в м перед монтажем ($T_н = 0$)

$$L_0 = \frac{ℓ}{\cos\beta} \left[1 + \frac{R_{ℓ/2}}{2(\Sigma H_{ℓ/2})^2} \cos^4\beta - \frac{H_н}{E_н F_н \cos\beta} \pm \varepsilon (t^\circ_{ℓ/2} - t^\circ_0) \right]. \quad (5.7)$$

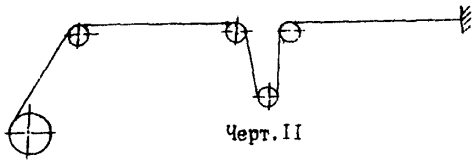
5.2. П о д ъ е м н ы й к а н а т

5.2.I. В качестве подъемных канатов рекомендуется применять канаты крестовой свивки типа ЛК-РО по ГОСТ 7668-80 и типа ЛК-З по ГОСТ 7665-80; типа ЛКР по ГОСТ 2688-80, допускается применение канатов по ГОСТ 3079-80 и ГОСТ 7670-80.

В тех случаях, когда исключается раскручивание канатов или завивка ветвей полиспаста, допускается применение каната односторонней свивки.

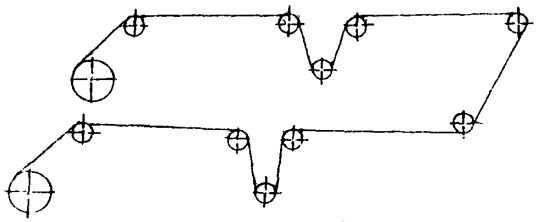
5.2.2. Для подъемного каната в крюковых, поддерживающего каната в грейферных, подъемного и раскрывающего канатов в кюбельных кранах рекомендуются схемы обводки:

крана с приводными поддержками одинарного по черт.II;



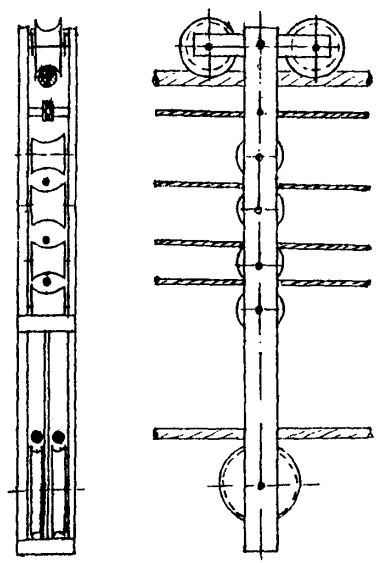
Черт.II

крана с приводными поддержками сдвоенного по черт.I2;



Черт.I2

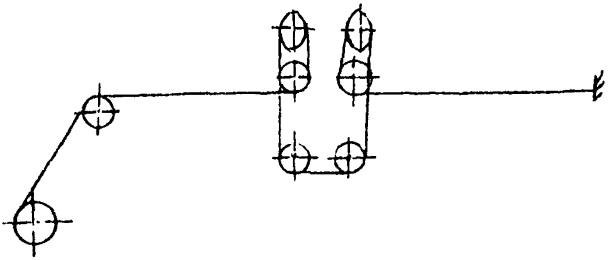
поддержки выполняются по черт.I3.



Черт.I3

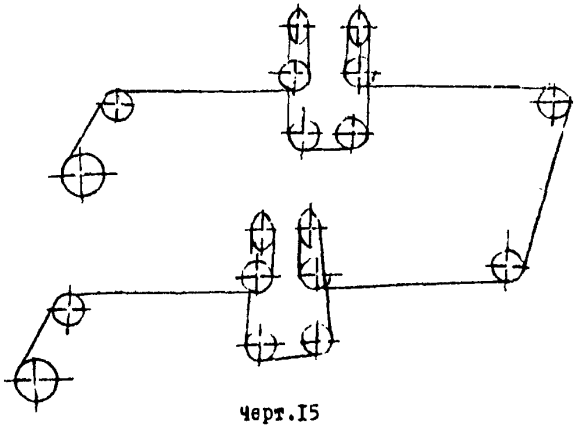
5.2.3. Для подъемного каната в крюковых кранах с неподвижными открытыми поддержками могут применяться схемы обводки канатов:

одинарная по черт.I4;



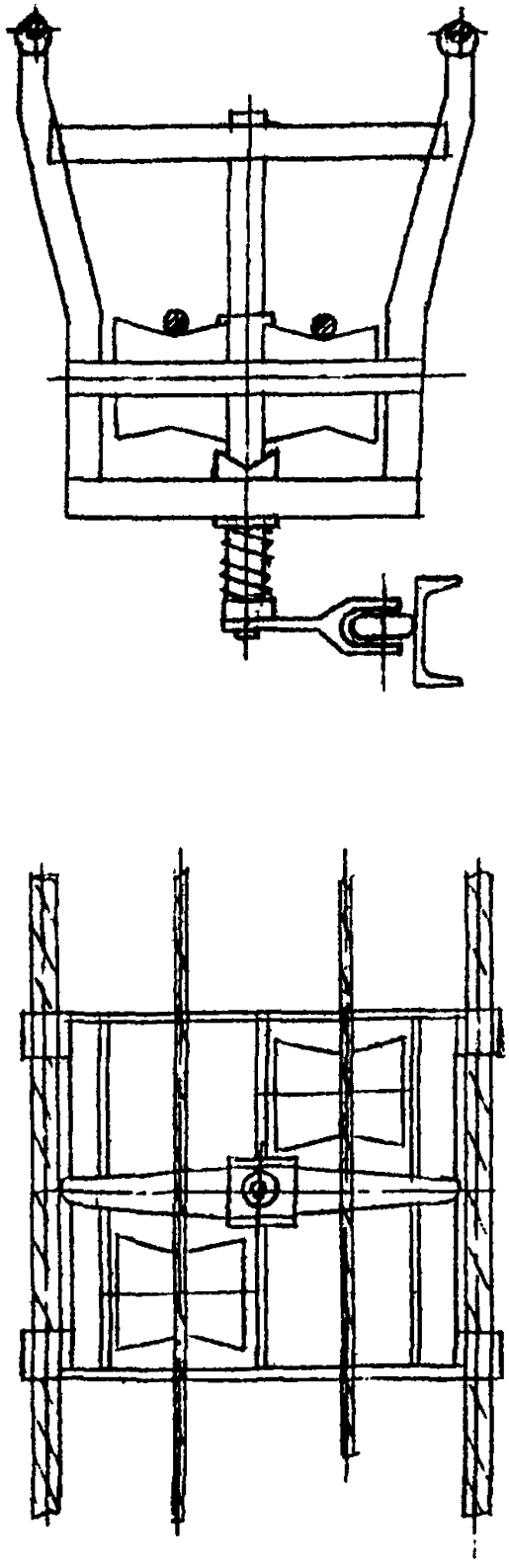
Черт.I4

сдвоенная по черт.I5.



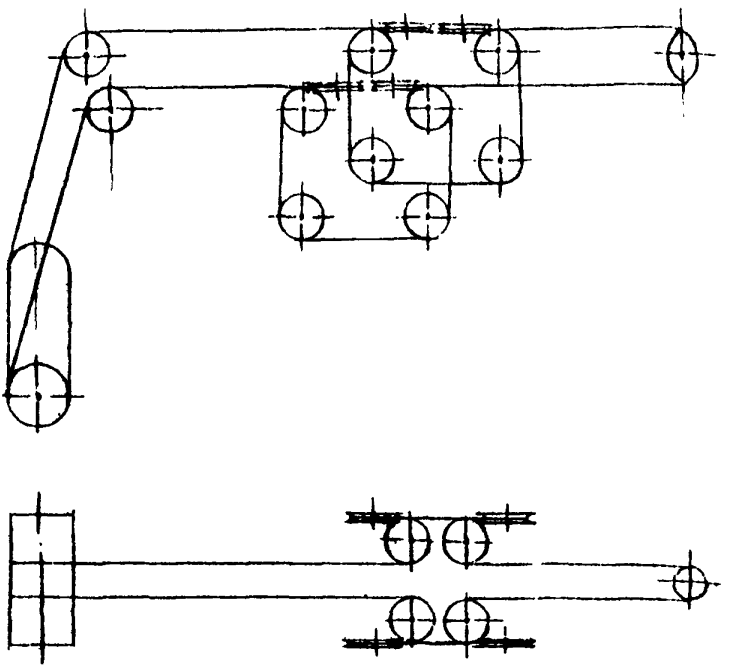
Черт.I5

5.2.4. Неподвижные открытые поддержки следует выполнять с запорным устройством от выпадания канатов по черт.I6.



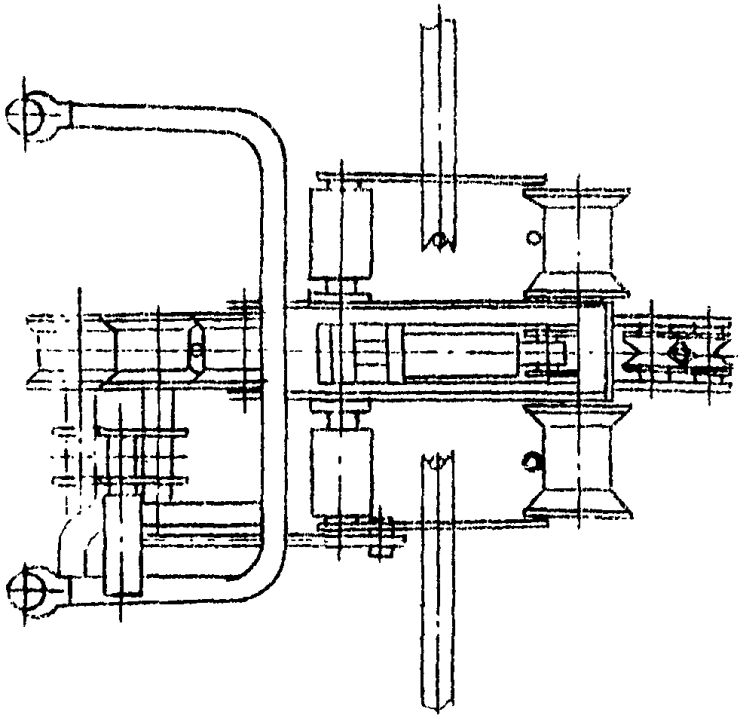
Черт.16

5.2.5. Для подъемного каната в крюковых кранах и при применении неподвижных поддержек с предохранительным устройством от выпадания канатов рекомендуется схема обводки по черт.17.

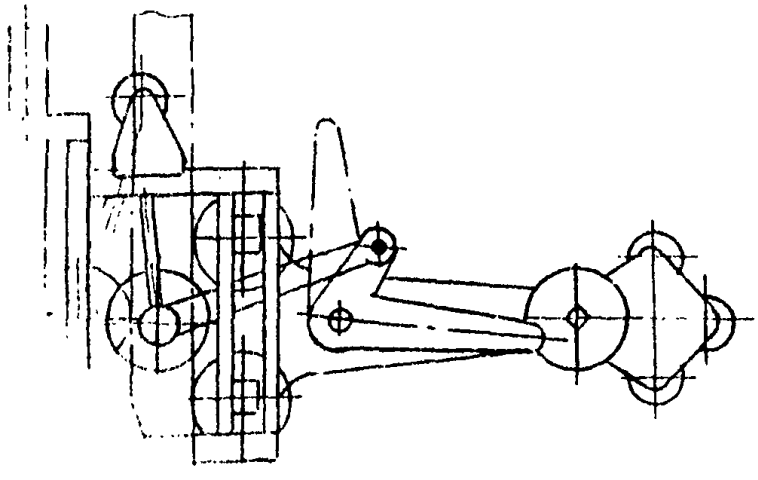


Черт.17

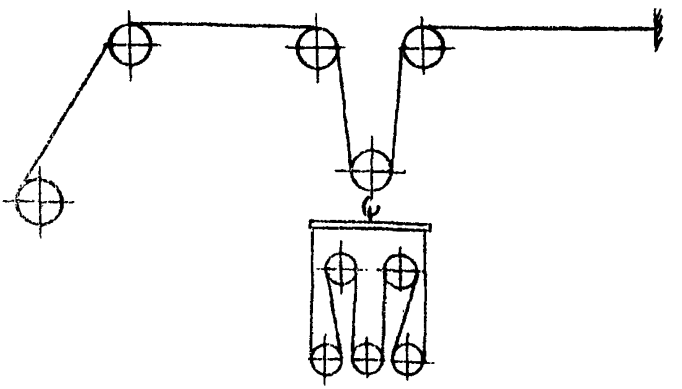
5.2.6. Неподвижные поддержки с предохранительным устройством от выпадания канатов следует выполнять по черт.18.



Черт.18

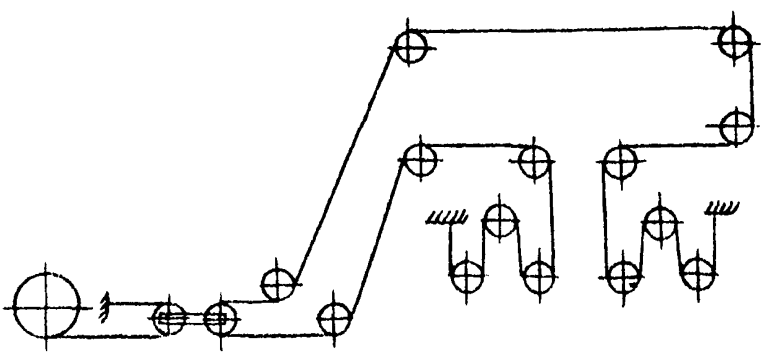


5.2.7. При работе крана со съемным грузозахватным устройством(грейфер,захват,крюк) рекомендуется схема замыкающего каната по черт. I9.

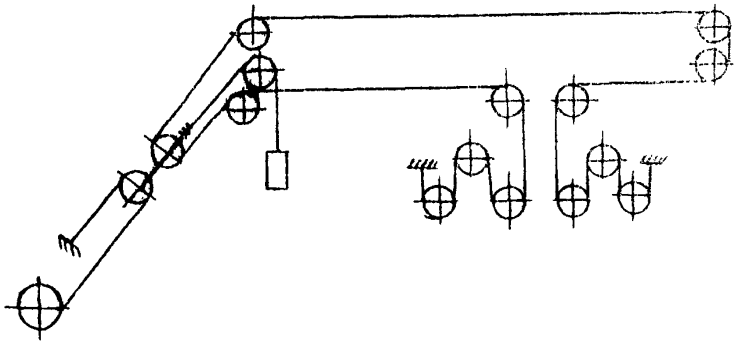


Черт.I9

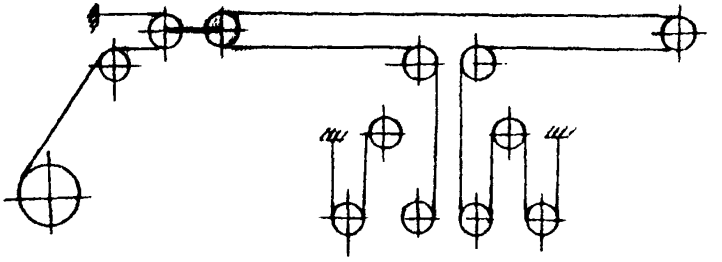
5.2.8.Для замыкающего грейфер каната рекомендуются схемы обводки: по черт.20,2I,22.



Черт.20



Черт.21



Черт.22

5.2.9.Схема обводки по черт.20 рекомендуется для тех случаев,когда между машинным отделением и башней имеется достаточное расстояние для хода полиспастной тележки.

5.2.10. Схема обводки по черт.21 рекомендуется для крана с неподвижной машинной башней, когда полиспастная тележка может перемещаться по задней наклонной оттяжке или вертикальной ферме башни. В этом случае вес полиспастной тележки необходимо уравновесить противовесом.

5.2.11. Схема обводки по черт.22 рекомендуется для тех случаев, когда грейфер не должен работать вблизи машинной башни.

5.2.12. Наибольшее статическое усилие в подъемном канате, кН

$$T_r^{max} = \frac{P_r}{n_r i_n \eta_n \eta_{бг}^r}, \qquad (5.8)$$

где P_r – нагрузка от груза и захватного устройства (крюковой подвески, траверсы, грейфера и пр.), кН;

i_n – кратность полиспаста;

n_r – количество полиспастов;

η_n – КПД полиспаста, зависящий от его кратности и КПД блока (табл.5);

$\eta_{бг}^r$ – КПД отклоняющих блоков;

r – количество отклоняющих блоков.

Таблица 5

Коэффициент полезного действия полиспаста

i_n	2	3	4	5	6	8	10	12
η_n	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,93	0,91	0,89

5.2.13 Запас прочности каната определяется по формуле

$$K_r = \frac{T_{раз}}{T_r^{max}}, \qquad (5.9)$$

где $T_{раз}$ – разрывное усилие каната в целом, кН.

5.2.14. Подъемные канаты в зависимости от отношения диаметра блока (по средней линии каната) к диаметру каната должны иметь запас прочности $K_г$ не менее указанного в табл.4.

5.2.15. В грейферных кранах, где масса грейфера с материалом может передаваться на один из канатов (замыкающий или поддерживающий), с целью повышения срока службы каждого из канатов рекомендуется принимать $K_г$ не менее 4.

5.2.16. Допускается диаметр уравнительного блока принимать

$$D_{ур} = 0{,}8\,D_б, \qquad (5.10)$$

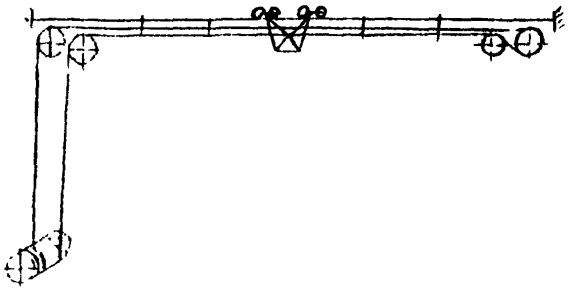
5.3. Тяговый канат для передвижения грузовой тележки

5.3.1. В качестве тягового каната рекомендуется применять канаты односторонней свивки типа ЛК-РО по ГОСТ 7668-80, типа ЛК-З по ГОСТ 7665-80 и типа ЛК-Р по ГОСТ 2688-80.

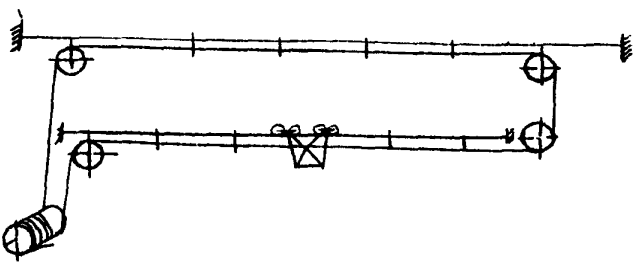
Допускается применение канатов по ГОСТ 3077-80, ГОСТ 7670-80, ГОСТ 3079-80 и ГОСТ 16853-71.

5.3.2. Для передвижения тележки барабанной лебедкой со скоростью 6 м/с допускается схема обводки тягового каната по черт.23.

5.3.3. Для передвижения тележки барабанной лебедкой со скоростью более 6 м/с рекомендуется схема обводки тягового каната по черт.24.

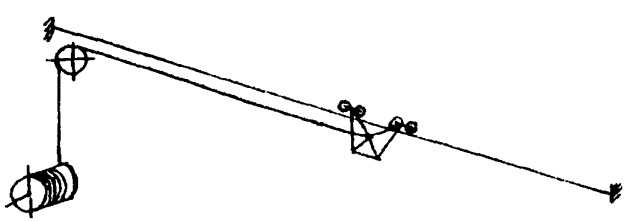


Черт.23



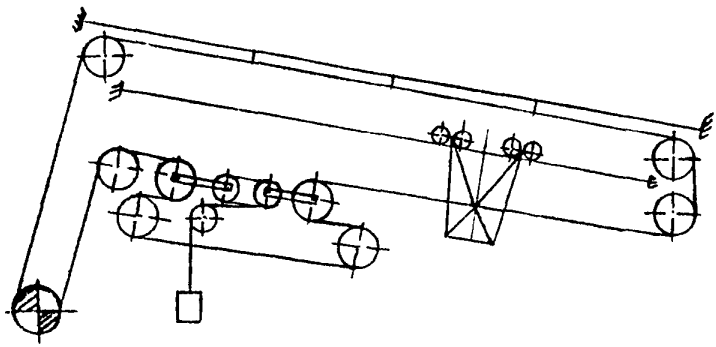
Черт.24

5.3.4. Схема обводки тягового каната по черт.25 может применяться при наклоне хорды пролета β, обеспечивающем передвижение тележки с грузом в пределах рабочей зоны и подход порожней тележки вплотную к посадочной площадке контрбашни.



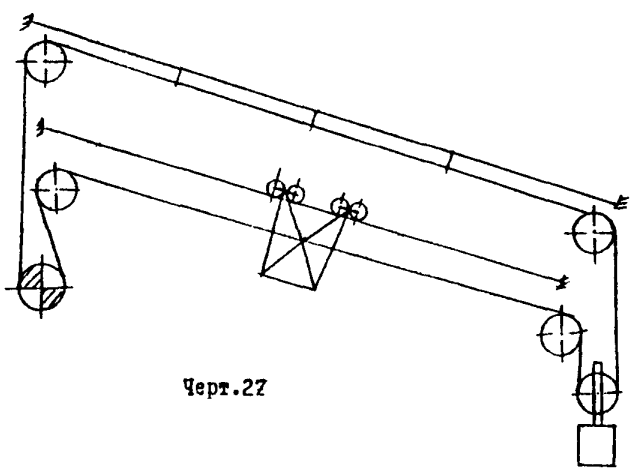
Черт.25

5.3.5. При применении привода с канатоведущим шкивом и двустороннего натяжного устройства рекомендуется схема обводки тягового каната по черт.26.



Черт.26

5.3.6. При применении привода с канатоведущим шкивом и односторонним натяжным устройством рекомендуется схема обводки тягового каната по черт.27.



Черт.27

5.3.7. Усилие, неободимое для преодоления сопротивления передвижению грузовой тележки в кН, определяется по формуле

$$W = P(\sin\gamma_x + \mu_A \cos\gamma_x) + \sum_{j=1}^{r} T_{rj}(1-\gamma_6) + \sum_{j=1}^{A} T_{Aj}(1-\gamma_6) + W_6, \qquad (5.11)$$

где μ_A = 0,02- приведенный коэффициент сопротивления при передвижении грузовой тележки по несущему канату;

T_A - усилие в тяговом канате, кН;

A - количество направляющих блоков тягового каната;

W_6 - окружное усилие, необходимое для преодоления сопротивления передвижению системы поддержек, приведенное к усилию в тяговом канате, кН.

При наличии привода от блока тягового каната W_6 воспринимается тяговым канатом, соответственно увеличивая его натяжение на приводном блоке, а при наличии приводного барабана, минуя тяговый канат, передается непосредственно на тяговую лебедку. Для кранов с неподвижными поддержками W_6 =0.

5.3.8. Для передвижения грузовой тележки следует применять барабанную лебедку, позволяющую иметь тяговый канат меньшего диаметра, чем для привода с канатоведущим шкивом, и исключающую проскальзывание тягового каната при закреплении его концов на барабане. Барабанную лебедку следует применять также для параллельно передвижных кранов эстакадного типа со стационарным машинным отделением.

5.3.9. Привод с канатоведущим шкивом следует применять:

при катучем машинном отделении со стесненными габаритами;

при невозможности обеспечить требуемый угол отклонения каната на барабане;

при пролетах $\ell > 800$ м из-за требующейся большой канатоемкости барабана.

5.3.10. Двустороннее натяжное устройство (п.5.3.5) рекомендуется для кранов, у которых угол наклона хорды пролета $\beta < 5^{0}$; одностороннее (п.5.3.6) - при $\beta \geq 5^{0}$.

5.3.11. При наличии барабанной лебедки предварительное натяжение тягового каната в кН принимается $T_0 = 1000\, q_д$.

5.3.12. Для привода с канатоведущим шкивом и двусторонним натяжным устройством (п.5.3.5) предварительное натяжение тягового каната в кН определяется по формуле

$$T_o = K_{сц} \frac{W_д^{max}}{n_д (e^{\mu \alpha_i} - 1)}, \qquad (5.12)$$

где μ - коэффициент трения каната по ободу канатоведущего шкива принимается: для резиновой футеровки $\mu = 0{,}22$; для стального шкива с полукруглой канавкой - $\mu = 0{,}12$;

$K_{сц}$ - коэффициент сцепления каната с канатоведущим шкивом должен быть не менее 1,25 при наиболее тяжелых условиях работы, а при расчете на статическую нагрузку не менее 1,5;

α -угол обхвата канатом канатоведущего шкива, рад.

5.3.13. Для привода с канатоведущим шкивом и односторонним натяжным устройством предварительное натяжение тягового каната в кН определяется по формуле

$$T_0 = 1{,}5\frac{W_B e^{\mu\alpha}}{(e^{\mu\alpha}-1)n_A}. \qquad (5.13)$$

5.3.14. Наибольшее натяжение в тяговом канате в кН будет при движении тележки с грузом к более высокой опоре А

$$T_A^{max} = \frac{W_A}{n_A} + T_0. \qquad (5.14)$$

5.3.15. Требуемое разрывное усилие тягового каната в целом в кН

$$T_{раз} = T_A^{max} K_A. \qquad (5.15)$$

5.3.16. Диаметр блока тягового каната

$$D_б = (30\ldots50)d_A.$$

5.3.17. Диаметр канатоведущего шкива

$$D_ш \geq 60d_A.$$

5.3.18. Ход обводного блока натяжного устройства тягового каната ΔL зависит от положения грузовой тележки в пролете крана ΔL_p, удлинений: температурного ΔL_t, упругого ΔL_E, остаточного ΔL_0 и определяется по формуле, м

$$\Delta L = \Delta L_p + \Delta L_t + \Delta L_E + \Delta L_0. \qquad (5.16)$$

5.3.19. При определении хода обводного блока натяжного устройства тягового каната рассматривается два состояния загрузки канатной системы: первое- грузовая тележка с номинальным грузом находится посредине пролета; второе- порожняя грузовая тележка находится в крайнем положении у машинной башни.

Учитывая, что перемещение обводного блока в два раза меньше изменения длины тягового каната в пролете крана, ход натяжного устройства в м определяется по формуле:

для одноярусной канатной системы (черт. I и 2)

$$\Delta L_p = l \cos^3\beta \left[\frac{R_{e/2}}{(\Sigma H_{e/2})^2} - \frac{R_o}{(\Sigma H_o)^2} \right]; \qquad (5.17)$$

для двухъярусной канатной системы (черт. 3)

$$\Delta L_p = \frac{l \cos^3\beta}{2} \left[\frac{R_{e/2}}{(\Sigma H_{e/2})^2} - \frac{R_o}{(\Sigma H_o)^2} + \frac{R_e}{(\Sigma H_e)^2} - \frac{R_B}{(\Sigma H_{B2})^2} \right], \qquad (5.18)$$

где $R_{e/2}$ и R_o - принимаются для основной (нижней) канатной системы крана с приводными поддержками соответственно по формулам (4.19) и (4.20), а для крана с неподвижными поддержками - по формулам (4.22) и (4.23), кН^2;

$\Sigma H_{e/2}$ и ΣH_o - горизонтальные составляющие натяжения системы канатов соответственно для первого и второго состояний загрузки основной канатной системы, кН;

R_B - принимается для верхней канатной системы по формуле (4.23), кН^2;

ΣH_{B1} и ΣH_{B2} - горизонтальные составляющие натяжения верхней системы канатов соответственно для первого и второго состояний загрузки, кН.

5.3.20. Изменение длины тягового каната вследствие упругого удлинения ΔL_E под влиянием изменения натяжения тягового каната соответственно для первого и второго состояний загрузки основной канатной системы определяется по формуле, м

$$\Delta L_{\varepsilon} = 2\ell \frac{T_{д1} - T_{д2}}{E_0 \cdot F_д \cdot \cos\beta}, \qquad (5.19)$$

где E_0 = $12 \cdot 10^7$ кПа — условный модуль упругости каната двойной свивки с органическим сердечником;

$F_д$ - площадь металлического сечения тягового каната, $м^2$;

$T_{д1}$ и $T_{д2}$ - натяжения тягового каната соответственно для первого и второго состояний загрузки канатной системы, кН.

5.3.21. Изменение длины тягового каната вследствие изменения температуры в м определяется по формуле

$$\Delta L_t = \varepsilon (t_1^\circ - t_2^\circ) \frac{2\ell}{\cos\beta}, \qquad (5.20)$$

где t_1° и t_2° - температура окружающей среды соответственно при первом и втором состояниях загрузки канатной системы, град.

5.3.22. Изменение длины тягового каната от остаточного удлинения в м определяется по формуле

$$\Delta L_0 = 2\nu \frac{\ell}{\cos\beta}, \qquad (5.21)$$

где ν = 0,0008 - коэффициент остаточного удлинения каната двойной свивки.

5.4. Тяговый канат для передвижения поддержек

5.4.1. В качестве тягового каната для передвижения поддержек следует применять канат двойной свивки типа ЛК-РО по ГОСТ 7668-80 оцинкованный; допускается применение канатов по ГОСТ 2688-80, ГОСТ 7665-80, ГОСТ 3077-80, ГОСТ 3079-80, ГОСТ 7670-80.

5.4.2. Давление на каждую пару поддержек в кН от рабочих канатов определяется по формуле

$$\Delta P = \frac{1}{n+1}\left(G_p - G\frac{\Sigma H_{px}}{\Sigma H_x}\right) - 2\rho\frac{\Sigma H_{px}}{\Sigma H_x}. \qquad (5.22)$$

5.4.3. Общее сопротивление передвижению одной пары поддержек в кН

$$W_n = \rho\left[\frac{l-2x}{l\Sigma H_x}\left(P + n\rho + \frac{nG}{n+1}\right) + 2\left[\sin\beta + c\left(1 - \frac{2\Sigma H_{px}}{\Sigma H_x}\right)\right] + \right.$$
$$\left. + \frac{2G}{n+1}\left(G_p - G\frac{\Sigma H_{px}}{\Sigma H_x}\right) + T_n\left(1 - \rho\frac{l}{6}\right)\right., \qquad (5.23)$$

где $C = 0{,}02$ – приведенный коэффициент сопротивления вращения катков и роликов.

5.4.4. Для системы поддержек с многоступенчатым приводным барабаном натяжение каната в кН со стороны натяжного устройства

$$T_n = 1{,}2W_n. \qquad (5.24)$$

5.4.5. Для системы поддержек с многоступенчатым блоком натяжение тягового каната со стороны натяжного устройства в кН должно удовлетворять условию

$$T_{no} \geq 1{,}2\frac{W_n}{e^{\mu\alpha}-1} \geq 1{,}2W_n. \qquad (5.25)$$

5.4.6. Наибольшее натяжение в тяговом канате в кН

$$T_n^{max} = W_n + T_{no}. \qquad (5.26)$$

5.4.7. Требуемое разрывное усилие тягового каната в кН в целом

$$T_{раз} = T_n^{max} \cdot K_n. \qquad (5.27)$$

5.4.8. Диаметр блоков тягового каната для передвижения поддержек должен быть $D_n = (30...50)d_n$.

5.4.9. Диаметр первой ступени приводного многоступенчатого барабана или блока должен быть $D_1 \geq 30d_n$.

5.4.10. Окружное усилие на приводном блоке или барабане в кН, необходимое для преодоления сопротивления всей системы поддержек

$$W_n = n\left\{\left[\frac{l-2x}{2l\Sigma H_x}\left(P+np+\frac{2n+1}{n+1}\cdot\frac{G}{3}\right)+\sin\beta+c\left(1-\frac{2\Sigma H_{px}}{\Sigma H_x}\right)\right]P+\right.$$
$$\left.+\frac{c}{n+1}\left(G_{px}-G\,\frac{\Sigma H_{px}}{\Sigma H_x}\right)+\frac{T_n}{2}\left(1-\eta_{\delta}^{\,\delta}\right)\right\}. \qquad (5.28)$$

5.4.II. Окружное усилие на приводном барабане в кН при наличии полиспастного натяжного устройства

$$W_{\delta n} = W_n + \frac{n_0 T_0}{2}. \qquad (5.29)$$

5.4.I2. Наибольшее расстояние в м между поддержками следует принимать:

для крюковых кранов

$$\lambda_{max} \le \frac{0{,}56\,P_o}{n_r i_r q_r}; \qquad (5.30)$$

для грейферных кранов

$$\lambda_{max} \le \frac{0{,}28\,P_p}{n_r i_{rp} q_r}, \qquad (5.31)$$

где P_p – сила тяжести нижней рамы и других частей грейфера, способствующих раскрыванию его; кН;

i_{rp} – кратность полиспаста грейфера.

5.5. Тяговый канат для передвижения опор

5.5.I. В качестве каната для передвижения опор рекомендуется применять канат двойной свивки типа ЛК-РО по ГОСТ 7668-80; типа ТЛК-РО по ГОСТ 7669-80; типа ЛК-Р по ГОСТ 2688-80.

5.5.2. Канат рассчитывается на усилие, необходимое для преодоления сопротивления передвижению опоры, от забегания опоры и от воздействия ветровой нагрузки рабочего состояния.

5.5.3. Приведенный коэффициент сопротивления передвижению опоры с учетом местных уклонов подкранового пути принимается:

на бетонных путях или металлических эстакадах $C_\delta = 0{,}02$;

на шпальных путях $C_\delta = 0{,}035$.

5.5.4. При забегании одной опоры относительно другой наибольший перекос не должен превышать $\delta = 0{,}02$.

5.5.5. Ветровая нагрузка принимается по ГОСТ 1451-77.

5.5.6. Усилие в кН, необходимое для преодоления сопротивления передвижению опоры, определяется по формуле

$$W_{бр} = \delta\left(\sum H_{г/г} + \sum H_в\right) + W_р + C_б \sum Б_р, \qquad (5.32)$$

где $\sum Б_р$ - общее давление на ходовые тележки опоры, наибольшее из возможных сочетаний нагрузок рабочего состояния, кН;

$\sum H_{г/г}$ - наибольшая горизонтальная составляющая нижней системы канатов рабочего состояния, кН;

$\sum H_в$ - горизонтальная составляющая натяжения верхней канатной системы, кН;

$W_р$ - усилие от встречного ветра рабочего состояния, кН.

5.5.7. Наибольшее натяжение каната в кН при передвижении крана определяется по формуле $T_{бр} = W_{бр} + T_{бо}$, (5.33)

где $T_{бо} = 5$ кН - предварительное натяжение каната.

5.5.8. При действии попутного ветра нерабочего состояния появляется опасность угона крана усилием, определяемым по формуле, кН

$$W_{бн} = \delta\left(\sum H_н + \sum H_в\right) + W_н - C_б \sum Б_н, \qquad (5.34)$$

где $\sum H_н$ - горизонтальная составляющая натяжения системы канатов нерабочего состояния, кН;

$\sum Б_н$ - общее наименьшее давление на ходовые тележки нерабочего состояния, кН;

$W_н$ - усилие попутного ветра нерабочего состояния, кН.

5.5.9. Усилие в кН от ветра нерабочего состояния в канате определяется по формуле $T_{бн} = W_{бн} + T_{бо}$. (5.35)

5.5.10. Требуемое разрывное усилие в кН каната в целом определяется по формуле (5.36)

$$T_{раз} \geq T_{бр} K_{бр} \geq T_{бн} K_{бн},$$

где $K_{бр} = 4$ - коэффициент запаса прочности каната для передвижения опоры;

$K_{бн} = 2{,}5$ - коэффициент запаса прочности каната для удержания опоры от угона под действием ветра нерабочего состояния. (см. табл.4).

5.6. Канат для подвески электрокабелей

5.6.1. Для подвески электрокабелей и обратных ветвей рабочих канатов должен применяться канат без органического сердечника, преимущественно оцинкованный:

спиральный типа ТК по ГОСТ 3063-80...ГОСТ 3065-80, двойной свивки типа ЛК-О по ГОСТ 3066-80 и типа ТК по ГОСТ 3067-74, ГОСТ 3068-74; закрытый несущий по ГОСТ 3090-73, ГОСТ 7675-73, ГОСТ 7676-73, ГОСТ I8900-73, ГОСТ I8901-73, ГОСТ I8902-73 и закрытый подъемный канат по ГОСТ I0506-76.

5.6.2. Канат для подвески кабеля рассчитывается по формулам: (4.I2), (4.26), (4.27), (4.34), (5.I).

5.6.3. При расположении канатной системы для подвески электрокабеля над системой несущего каната величину провеса следует принимать с таким расчетом, чтобы расстояние в свету между верхней и нижней канатными системами в f было не менее $2+0{,}005\,\ell$.

5.6.4. Если канат для подвески электрокабеля расположен в стороне от несущего каната, то при воздействии ветра нерабочего состояния расстояние между ними должно быть не менее I м.

5.6.5. Требуемое разрывное усилие каната в кН для подвески электрокабелей в целом

$$T_{раз} = T_{э\,max} \cdot K_з, \qquad (5.37)$$

где $K_з = 3$ – коэффициент запаса прочности каната (см. табл.4).

5.7.Канат для оттяжек мачт

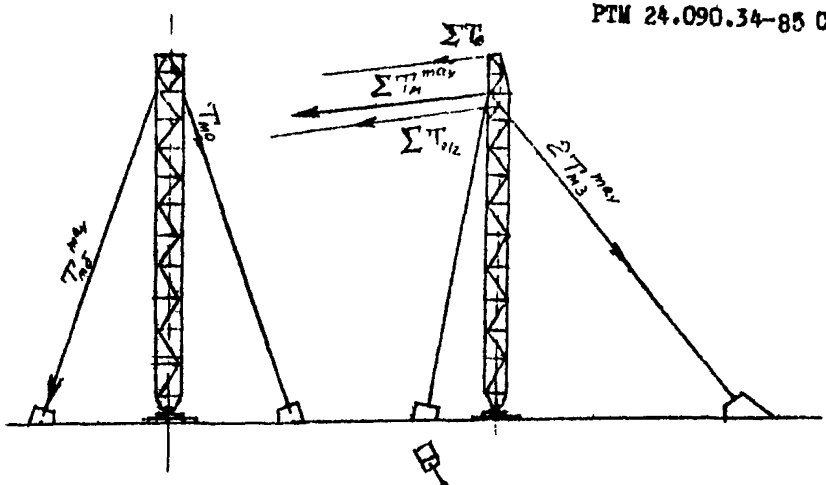
5.7.1.Для опоры,в виде мачты на оттяжках,оттяжки следует располагать таким образом,чтобы равнодействующая натяжений нижней и верхней систем канатов не выходила за поле действия оттяжек. (черт.28,а,б).Мачта при снятых несущих канатах должна находиться в равновесном положении (черт.28,в).

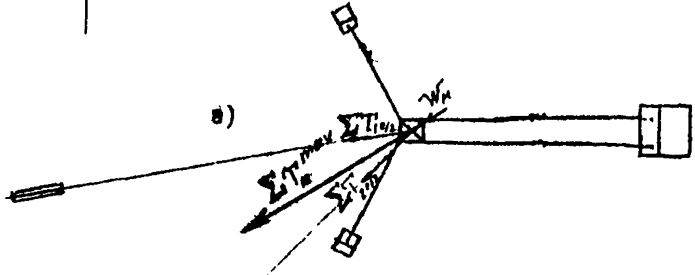
5.7.2.Задние оттяжки 2 рассчитываются на усилие $T_{мз}^{max}$ от натяжений нижней системы канатов при положении грузовых тележек с номинальным грузом посредине пролета $\Sigma T_{4/2}$ и верхней системы $T_в$.Положение подвижных башен принимается такое, при котором общая равнодействующая натяжений $T_{мз}^{max}$ канатов будет наибольшей. Учитывается также монтажное натяжение ненагруженной оттяжки $T_{но}$ а также действие ветра рабочего состояния на мачту $W_н$,совпадающее с направлением равнодействующей натяжения канатов (черт.28,а).

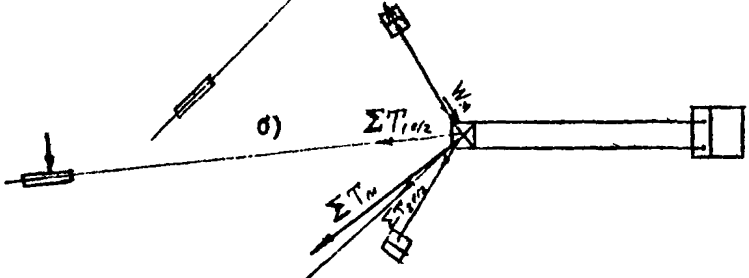
5.7.3. Боковые оттяжки рассчитываются на натяжение,вызванное составляющей натяжений нижней системы канатов $\Sigma T_{4/2}$ и верхней $\Sigma T_б$ при положении подвижных башен, при котрром натяжение в боковых оттяжках будет наибольшим $T_{мб}^{max}$; учитывается действие ветра рабочего состояния на мачту $W_н$,грузовые тележки и канаты - $W_{тк}$ (черт.28,б).

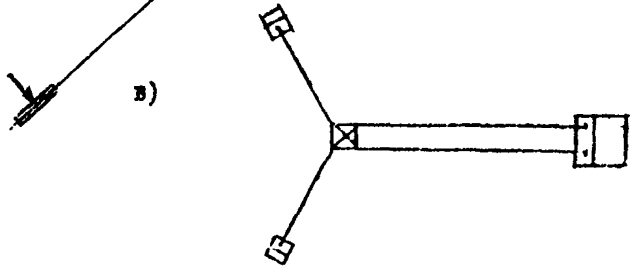
5.7.4. В качестве оттяжек мачт должен применяться канат без органического сердечника, преимущественно оцинкованный:спиральный типа ТК по ГОСТ 3063-80...ГОСТ 3065-80,двойной свивки типа ЛК-О по ГОСТ 3066-80 и типа ТК по ГОСТ 3067 74,ГОСТ 3068-74, закрытый по ГОСТ 3090-73,ГОСТ 7675-73,ГОСТ 7676-73,ГОСТ 18900-73, ГОСТ 18901-73,ГОСТ 18902-73 и закрытый подъемный по ГОСТ 10306-75.

5.7.5.Оттяжки рассчитываются на нагрузки рабочего и нерабочего состояний и выбираются по максимальному натяжению с запасом прочности не менее указанного в табл.4.









Черт.28

6.ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КАНАТОВ

6.I. О б щ и е п о л о ж е н и я

6.I.I. Канат рассматривается как весомая растяжимая нить, масса которой приводится к массе сосредоточенного груза. После приведения канат рассматривается как невесомая нить с приложением сосредоточенной нагрузки.

6.I.2. Система канатов рассматривается как один канат, загруженный сосредоточенным грузом P, находящимся в пролете крана на расстоянии X от опоры A, и распределенной нагрузкой от массы канатов и поддержек.

6.I.3. Под действием сосредоточенной нагрузки несущий канат образует две пересекающиеся цепные линии, заменяемые параболами.

6.I.4. Принимается, что кривая статических провесов системы канатов при колебании имеет такую же форму, а скорости элементов канатов пропорциональны их перемещениям.

6.I.5. Приведенную массу системы канатов в пределах рабочей зоны крана можно принимать неизменной и определять по формуле, т

$$m_{пр} = m_т + \left(2nm_п + \frac{l}{\cos\beta}\sum m_q\right)\xi, \qquad (6.I)$$

где $m_т$ - масса грузовой тележки, т;

$m_п$ - масса поддержки, т;

$\frac{l}{\cos\beta}\sum m_q$ - масса системы канатов, т;

$$\xi = \frac{5P(4P+10np+5G)+8(2np+G)^2}{15(2P+2np+G)^2}$$ - коэффициент приведения массы канатов и поддержек к месту приложения сосредоточенного груза.

6.I.6.Масса лебедки (привода) в т ,приведенная к ободу барабана (шкива),вычисляется по формулам: при разгоне

$$m_{лр} = \frac{G_1 D_1^2 u_л^2 \eta_л \varkappa_р}{D_б^2} + m_б ; \qquad (6.2)$$

при торможении

$$m_{лт} = \frac{G_1 D_1^2 u_л^2 \varkappa_з}{D_б^2 \eta_л} + m_б \qquad (6.3)$$

где $G_1 D_1^2$ -маховой момент первого вала,т.м^2;

$u_л$ -общее передаточное число лебедки (привода);

$\eta_л$ -коэффициент полезного действия лебедки (привода);

$D_б$ -диаметр барабана,м;

$m_б$ -масса барабана, т;

$\varkappa_р = 1 + \frac{\gamma_2}{\gamma_1 u_{12}^2 \eta_{12}} + \dots \frac{\gamma_n}{\gamma_1 u_{1n}^2 \eta_{1n}}$ -коэффициент,учитывающий массу лебедки (привода),приведенную к ободу барабана(шкива),при разгоне;

$\varkappa_з = 1 + \frac{\gamma_2 \eta_{12}}{\gamma_1 u_{12}^2} + \dots \frac{\gamma_n \eta_{1n}}{\gamma_1 u_{1n}^2}$ -коэффициент,учитывающий массу лебедки (привода),приведенную к ободу барабана(шкива),при замедлении;

$\gamma_1, \gamma_2 \dots \gamma_n$- моменты инерции первого,второго,n-го вала,т.м.с^2;

$u_1, u_2 \dots u_n$-передаточные числа соответствующих передач;

$\eta_{12}, \eta_{13} \dots \eta_{1n}$-коэффициенты полезного действия соответствующих передач.

Приведенные массы лебедки(привода) $m_{лр}$, $m_{лт}$ -следует определить при конструировании лебедки.

6.I.7.Приведенная масса грузовой тележки и движущихся с ней канатов и поддержек в т вычисляются по формуле

$$m_{тпр} = m_т + 0{,}33\left[\left(n_д m_{qд} + n_п m_{дп}\right)\frac{l}{\cos\beta} + 2n m_п\right], \qquad (6.4)$$

где $m_{qд}$ -масса одного метра тягового каната для передвижения грузовой тележки,т/м;

$m_{qп}$ -масса одного метра тягового каната для передвижения поддержки,т/м.

6.I.8.Для малых колебаний приведенный коэффициент жесткости системы канатов в кН/м в пределах рабочей зоны крана можно принимать неизменный и определять по формуле

$$C_{пр} = 4\frac{\sum H_{1/2}}{l}\left[1+\frac{3E_к n_к F_к \cos^4\beta\left[4P_г(P_г+2n_р+G)+(2n_р+G)^2\right]}{48\left(\sum H_{1/2}\right)^3+E_к n_к F_к \cos^4\beta\,(2n_р+G)^2}\right], \quad (6.6)$$

где $P_г$ – сосредоточенный груз, соответствующий расчетному случаю, кН;

$\sum H_{l/2}$ – горизонтальная составляющая натяжения системы канатов при положении груза посредине пролета, кН.

6.I.9. Коэффициент жесткости каната при растяжении в кН/м определяется по формуле

$$C = n_к\frac{E_к F_к}{L}, \quad (6.6)$$

где $n_к$ – количество канатов;

$E_к$ – условный модуль упругости каната, кПа;

$F_к$ – площадь металлического сечения каната, $м^2$;

L – длина каната, м.

6.I.10. Коэффициент поперечной жесткости гибкой подвески груза при малых колебаниях можно принимать в кН/м по формуле

$$C_м = \frac{P_г}{h_м}, \quad (6.7)$$

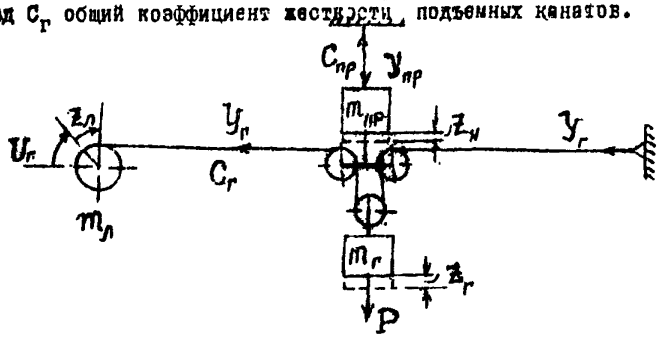
где $h_м$ – длина подвески, м.

6.2. Динамика несущего и подъемного канатов

6.2.I. При исследовании динамики системы несущего и подъемного канатов рассматривается расчетная схема с тремя массами в т (приведенная масса канатов и грузовой тележки – $m_{пр}$, масса груза – $m_г$, масса вращающихся частей лебедки – $m_л$) и двумя упругими связями в кН/м (несущий канат – $У_{пр}$ и подъемный канат – $У_г$) (черт.29).

Лебедка и грузовая тележка принимаются абсолютно жесткими, поскольку

их жесткость во много раз превышает жесткость канатов. Если подъемных канатов больше одного, то под $y_г$ понимается общее натяжение их, а под $C_г$ общий коэффициент жесткости подъемных канатов.



Черт.29

6.2.2. Уравнения движения отдельных масс имеют вид:

$$\left.\begin{aligned} m_л \ddot{z}_л &= U_б - y_г ; \\ m_г \ddot{z}_г &= i_п y_г - P_г ; \\ m_{пр} \ddot{z}_н &= G_{пр} + i_п y_г - y_{пр} \end{aligned}\right\} \quad (6.8)$$

6.2.3. В уравнениях (6.8) упругие связи представлены в форме:

$$\left.\begin{aligned} y_г &= \frac{P_г}{i_п} + C_г\left[z_л - i_п(z_г + z_н)\right]; \\ y_{пр} &= G_{пр} + P_г + C_{пр} z_н , \end{aligned}\right\} \quad (6.9)$$

где $U_б$ – окружное усилие подъемной лебедки, кН;

$z_л, z_г, z_н$ – пути перемещения соответствующих масс, м;

$C_г$ – коэффициент жесткости подъемного каната, кН/м;

$C_{пр}$ – коэффициент приведенной жесткости системы канатов, кН/м.

6.2.4. Частоты в $с^{-1}$ и периоды в С собственных колебаний системы канатов определяются по формулам:

низкая частота

$$\omega_1 = \sqrt{б_г - \sqrt{б_г^2 - в_г}} ; \quad (6.10)$$

период $$\tau_1 = \frac{2\pi}{\sqrt{\beta_r - \sqrt{\beta_r^2 - B_r}}}; \qquad (6.11)$$

высокая частота $$\omega_2 = \sqrt{\beta_r + \sqrt{\beta_r^2 - B_r}}; \qquad (6.12)$$

период $$\tau_2 = \frac{2\pi}{\sqrt{\beta_r + \sqrt{\beta_r^2 - B_r}}}, \qquad (6.13)$$

где $$\beta_r = \frac{1}{2}\left(\frac{C_r}{m_{пр}} + \frac{i_n^2 C_r}{m_r} + \frac{i_n^2 C_r + C_{пр}}{m_{пр}}\right);$$

$$B_r = C_r C_{пр} \frac{m_r + i_n^2 \cdot m_{пр}}{m_{пр} m_r \cdot m_{пр}},$$

6.2.5. Разгрузка грейфера, опрокидывание совкового ковша и др., если опорожнение сосуда длится менее половины периода собственных колебаний системы канатов, можно рассматривать как мгновенную разгрузку. В момент разгрузки масса груза уменьшается до массы грузозахватного органа m_0. Во избежание резких колебаний канатов при разгрузке, время опорожнения грузоподъемных емкостей в с должно быть

$$t_{раз} = 3\tau. \qquad (6.14)$$

6.2.6. При разгрузке грейфера частоты и периоды собственных колебаний системы канатов определяются соответственно по формулам: (6.10), (6.11), (6.12), (6.13); входящие в них величины имеют значения: $$\beta_r = \frac{1}{2}\left(\frac{i_n^2 C_n}{m_0} + \frac{i_n^2 C_r + C_{пр}}{m_{пр}}\right); \quad B_r = i_n^2 \frac{C_r C_{пр}}{m_r m_{пр}}.$$

6.2.7. Максимальные динамические усилия в канатах возникают в начале движения или торможения в промежуток времени, не превышающий половины периода собственных колебаний канатной системы. Максимальная нагрузка подъемного каната при подъеме с учетом динамики определяется по формулам:

$$\left.\begin{aligned} &Y_{r\,max} = \frac{P_r}{i_п} + \frac{2m_r}{m_r + i_п^2 m_{лр}}\left(U_r - \frac{P_r}{i_п \eta_r}\right) \\ \text{или}\quad &Y_{r\,max} = \frac{P_r}{i_п} + \frac{2m_{лр} m_r}{m_r + i_п^2 m_{лр}} \ddot{z}_{лр}, \end{aligned}\right\} \quad (6.15)$$

где $U_r - \frac{P_r}{i_п \eta_r}$ – избыточное окружное усилее на барабане лебедки, кН;

η_r – коэффициент полезного действия подъемного каната, учитывающий потери на блоках;

$\ddot{z}_{лр}$ – ускорение подъемного каната на барабане лебедки от избыточного окружного усилия, м/с.

Наибольшее натяжение подъемного каната при подъеме с учетом динамики определяется по формуле $T_{rg} = \frac{Y_{r\,max}}{n_r \eta_п \eta_б^r}$. (6.16)

6.2.8. Наибольшая нагрузка подъемного каната в кН при торможении с учетом динамики определяется по формулам:

$$\left.\begin{aligned} &Y_{з\,max} = \frac{P_r}{i_п} + \frac{2m_r}{m_r + i_п^2 m_{лз}}\left(K_{rз} - 1\right)\frac{P_r q_r}{i_п} \\ \text{или}\quad &Y_{з\,max} = \frac{P_r}{i_п} + \frac{2m_{лз} m_r}{m_r + i_п^2 m_{лз}} \cdot \ddot{z}_{лз}, \end{aligned}\right\} \quad (6.17)$$

где $K_{rз}$ – коэффициент запаса торможения лебедки подъема, принимается по табл.6 (см. стр.63);

$\ddot{z}_{лз}$ – замедление подъемного каната на барабане лебедки, м/с^2.

Наибольшее натяжение подъемного каната в кН при торможении с учетом динамики определяется по формуле $T_{rg} = \frac{Y_{з\,max}}{n_r \eta_п \eta_б^r}$. (6.18)

6.2.9. Запас прочности подъемного каната с учетом динамики должен быть не менее $K_{rg} = 3{,}0$.

6.2.10. Запас прочности каждого из грейферных канатов при расчете на полную нагрузку от груженого грейфера с учетом динамики должен быть не менее $K_{гр,g} = 2{,}5$.

6.2.11. Наибольшая приведенная нагрузка в кН на систему канатов при подъеме с учетом динамики определяется по формулам:

$$Y_{пр\,max} = G_{пр} + P_r + \frac{2m_r}{m_r + i_п^2 m_{лр}}\left(i_п U_r - \frac{P_r}{\eta_r}\right), \quad (6.19)$$

где $G_{пр} = m_{пр} g$ – приведенная нагрузка системы канатов

или

$$Y_{пр\,max} = G_{пр} + P_r + \frac{2 m_{лр} m_r}{m_r + i_n^2 m_{лр}} i_n \ddot{z}_{лр}. \qquad (6.20)$$

6.2.12. Наибольшая приведенная нагрузка на систему канатов при торможении в кН с учетом динамики определяется по формуле

$$Y_{пр\,max} = G_{пр} + P_r + \frac{2 m_r}{m_r + i_n^2 m_{лз}} \left[(K_{гз} - 1) P_r \right] \qquad (6.21)$$

или

$$Y_{пр\,max} = G_{пр} + P_r + \frac{2 m_r m_{лз}}{m_r + i_n m_{лз}} i_n \ddot{z}_{лз}. \qquad (6.22)$$

6.2.13. Наибольшая горизонтальная составляющая системы канатов будет иметь место при положении тележки с грузом посредине пролета при разгоне во время подъема или замедлении при торможении и определяется из уравнения

$$(\Sigma H_g)^3 + (\Sigma H_g)^2 \left[n_н E_н F_н \left[\frac{Re/2 \cos^5\beta}{2 (\Sigma H_g/2)^2} \pm \varepsilon (t_1^\circ - t_2^\circ) \cos\beta \right] - n_н H_н - \right.$$

$$\left. - n_д H_д - n_п H_п - Y_{r\,max} \right] - \frac{n_н E_н F_н}{8} Y_{пр\,max}^2 \cos^5\beta = 0 \qquad (6.23)$$

6.2.14. Вертикальная составляющая натяжения системы канатов в кН на опоре А с учетом динамики определяется по формуле

$$\Sigma V_{лg} = \frac{Y_{r\,max} \cdot i_n}{2} + пр + \frac{\Sigma g l}{2 \cos\beta} + \Sigma H_g \operatorname{tg}\beta. \qquad (6.24)$$

6.2.15. Наибольшее натяжение системы канатов на опоре А в кН с учетом динамики определяется по формуле

$$\Sigma T_g = \sqrt{(\Sigma H_g)^2 + (\Sigma V_{лg})^2}. \qquad (6.25)$$

6.2.16. Наибольшее натяжение несущего каната в кН с учетом динамики будет

$$T_{нg} = \frac{\Sigma T_g - Y_{r\,max} - n_д T_д - n_п T_п}{n_н}. \qquad (6.26)$$

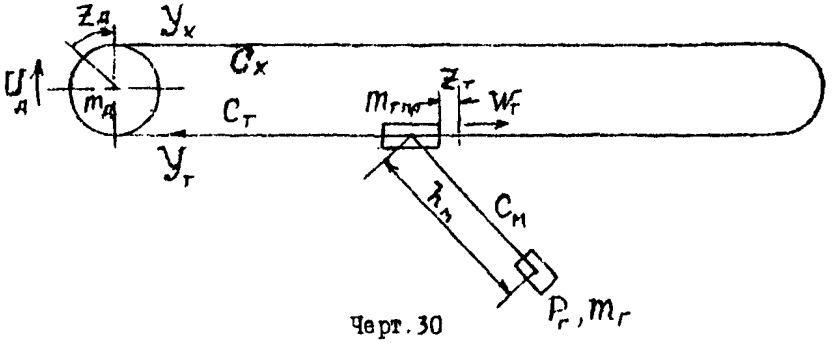
6.2.17. Запас прочности несущего каната с учетом динамики

$$K_{нg} \geq \frac{T_{раз.к} \cdot 0{,}9}{T_{нg}} \geq 2{,}5. \qquad (6.27)$$

6.2.18. На кранах, имеющих одвоенную канатную систему по черт.5, подъемный канат следует выполнять непрерывным, обведенным на контрбашне через уравнительные блоки; при этом разрешается счалка двух отдельных кусков каната. При непрерывном подъемном канате в аварийных условиях при обрыве одной ветви каната исключается чрезмерная нагрузка на несущий канат.

6.3. Динамика тягового каната

6.3.1. Для исследования динамики тягового каната принята схема с тремя массами в т (приведенная масса вращающихся частей приводе $m_д$, приведенная масса грузовой тележки и движущихся с ней канатов и поддержек - $m_{тпр}$, масса груза - $m_г$) и тремя упругими связями в кН/м (головной тяговый канат - $У_т$, хвостовой тяговый канат - $У_х$, гибкая подвеска груза - $У_м$) (черт.30).



Черт.30

6.3.2. Максимальные динамические нагрузки в тяговом канате появляются в начале движения при разгоне или в конце при торможении. На коротком участке пути несущий канат можно принимать неподвижным, угол наклона неизменным и сопротивление передвижению системы $W_т$ постоянным. Если грузовых тележек больше одной и каждая передвигается отдельным канатом, то принимаются: $m_т$ - общая масса тележек, $У_т$, $У_х$, $У_0$ - общие натяжения канатов, $C_т$, $C_х$ - общие коэффициенты жесткости тяговых канатов.

Исходными уравнениями движения для каждой массы в отдельности будут:

$$m_{Др}\ddot{z}_{Др} = U_{Д} + Y_{X} - Y_{T}; \tag{6.28}$$

$$m_{T}\ddot{z}_{T} = Y_{T} + Y_{X} - Y_{M} - W_{T}; \tag{6.29}$$

$$m_{Г}\ddot{z}_{M} = Y_{M}, \tag{6.30}$$

при этом нагрузки в каждой упругой связи определяются уравнениями:

$$\left.\begin{aligned} Y_{T} &= Y_{0} + W_{T} + C_{T}(z_{Др} - z_{M}); \\ Y_{X} &= Y_{0} - C_{X}(z_{M} - z_{T}); \\ Y_{M} &= C_{M}(z_{T} - z_{M}), \end{aligned}\right\} \tag{6.31}$$

где $z_{Др}$, z_{T} и z_{M} -перемещения (соответственно) массе привода, тележки, груза;

Y_{0} - предварительное натяжение тягового каната, кН;

$U_{Д}$ - окружное усилие привода передвижения груза, кН;

$C_{Г}, C_{X}, C_{M}$ - жесткость (соответственно) головной и хвостовой ветвей тягового каната и гибкой подвески груза, кН/м.

6.3.3. Частоты $\omega_{Д1}, \omega_{Д2}$ в $с^{-1}$ и периоды $\tau_{Д1}$, $\tau_{Д2}$ собственных колебаний в с определяются по формулам:

низкая частота

$$\omega_{Д1} = \sqrt{Б_{тр} - \sqrt{Б_{тр}^{2} - В_{тр}}}, \tag{6.32}$$

где

$$Б_{тр} = \frac{1}{2}\left[(C_{T} + C_{X})\frac{m_{Др} + m_{T}}{m_{Др} \cdot m_{T}} + C_{M}\frac{m_{T} + m_{Г}}{m_{T} \cdot m_{Г}}\right];$$

$$В_{тр} = C_{M}(C_{T} + C_{X})\frac{m_{Др} + m_{T} + m_{Г}}{m_{Др} \cdot m_{T} \cdot m_{Г}};$$

период

$$\tau_{Д1} = \frac{2\pi}{\sqrt{Б_{тр} - \sqrt{Б_{тр}^{2} - В_{тр}}}}; \tag{6.33}$$

высокая частота

$$\omega_{Д2} = \sqrt{Б_{тр} + \sqrt{Б_{тр}^{2} - В_{тр}}}; \tag{6.34}$$

период

$$\tau_{02} = \frac{2\pi}{\sqrt{B_{пр} + \sqrt{B_{пр}^2 - B_{пр}}}}. \qquad (6.35)$$

6.3.4. При разгоне избыточная сила $U_{вр} - W_т > 0$, при этом наибольшее натяжение головного тягового каната в кН будет

$$У_{гр} = У_0 + W_т + \frac{2C_т(m_т + m_г)}{(C_т + C_х)(m_{вр} + m_т + m_г)}(U_{вр} - W_т). \qquad (6.36)$$

В этот же момент в хвостовой упругой связи нагрузка в кН будут наименьший

$$У_{хр} = У_0 - \frac{2C_х(m_т + m_г)}{(C_х + C_т)(m_{вр} + m_т + m_г)}(U_{вр} - W_т). \qquad (6.37)$$

6.3.5. Наибольшее окружное усилие привода в кН

$$U_{вmax} = W_т + \frac{2(m_т + m_г)}{m_{вр} + m_т + m_г}(U_{вр} - W_т). \qquad (6.38)$$

6.3.6. Наибольшие ускорения в м/с^2 в начале разгона и определяются по формулам:

привода

$$\ddot{z}_{вр} = \frac{U_в - W_{тп}}{m_{вр}}; \qquad (6.39)$$

тележки и груза

$$\ddot{z}_{тр} = \ddot{z}_{гр} = 2\frac{U_в - W_т}{m_{вр} + m_т + m_г}. \qquad (6.40)$$

6.3.7. При разгоне наибольшая амплитуда колебаний груза на гибкой подвеске в м определяется по формулам:

$$A_{вmax} = \frac{U_в - W_т}{(m_{вр} + m_т + m_г)\varkappa}\left[\frac{h_м}{g}(m_{вр} + m_г) + \frac{m_{вр}(m_т + m_г)}{C_т + C_х}\right] \qquad (6.41)$$

или

$$A_{вmax} = \frac{\ddot{z}_{тр}}{2(m_{вр} + m_т + m_г)}\left[\frac{h_м}{g}(m_{вр} + m_т) + \frac{m_{вр}(m_т + m_г)}{C_т + C_х}\right]. \qquad (6.42)$$

6.3.8. При торможении тормозное усилие на ободе канатоведущего органа определяется по формулам, кН:

в головном тяговом канате

$$У_{тз} = У_0 + W_т + \frac{2C_т(m_т + m_г)}{(C_т + C_з)(m_{вз} + m_т + m_г)}(K_{дз} + 1)W_т, \qquad (6.43)$$

где $K_{дз} = 1{,}25$ – коэффициент запаса торможения лебедки (привода) передвижения грузовой тележки;

в хвостовом тяговом канате

$$y_{x_3} = y_0 - \frac{2C_x(m_T+m_r)}{(C_T+C_x)(m_{z_3}+m_T+m_r)}(K_{z_3}+1)W_T. \qquad (6.44)$$

6.3.9. Запас прочности каната с учетом динамики должен быть

$$K_{z_3} \geqslant 3{,}0.$$

6.3.10. Частоты ω_{j_1} и ω_{j_2} в $с^{-1}$, периоды τ_{j_1} и τ_{j_2} собственных колебаний в с при торможении определяются соответственно по формулам: (6.32), (6.33), (6.34), (6.35), в которые вместо массы привода при разгоне m_{z_0} подставляется масса привода при торможении m_{z_3}.

6.3.11. Наибольшие замедления в $м/с^2$ наступают в начале торможения и определяются по формулам:

привода

$$\ddot{z}_{z_3} = \frac{(K_{z_3}+1)W_T}{m_{z_3}}; \qquad (6.45)$$

тележки и груза

$$\ddot{z}_{T_3} = \ddot{z}_{m_3} = 2\frac{(K_{z_3}+1)W_T}{m_{z_3}+m_T+m_r}. \qquad (6.46)$$

6.3.12. Амплитуда колебаний при торможении в м

$$A_{3max} = \frac{(K_{z_3}+1)W_T}{(m_{z_3}+m_T+m_r)\ell}\left[\frac{h_M}{g}(m_{z_3}+m_r)+\frac{m_{z_3}(m_T+m_r)}{C_T+C_x}\right] \qquad (6.47)$$

или

$$A_{3max} = \frac{\ddot{z}_{T_3}}{\ell(m_{z_3}+m_T+m_r)}\left[\frac{h_M}{g}(m_{z_3}+m_T)+\frac{m_{z_3}(m_T+m_r)}{C_T+C_x}\right]. \qquad (6.48)$$

6.3.13. По допускаемым из условий работы крана амплитудам колебаний должны назначаться наибольшие ускорения при разгоне и замедления при торможении.

6.3.14. Торможение должно осуществляться электродвигателем, механические тормоза должны накладываться после полной остановки привода.

7. ТРЕБОВАНИЯ К МЕХАНИЧЕСКОМУ ОБОРУДОВАНИЮ

7.1. Муфты для крепления несущего каната

7.1.1. Для закрепления закрытых и открытых спиральных канатов применяются концевые муфты с клиньями.

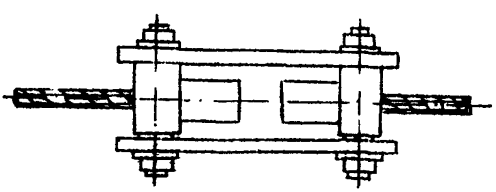
Для закрепления прядевых канатов применяются концевые муфты для заливки.

7.1.2. Муфты должны изготавливаться в соответствии с ОСТ 24.090.42-78.

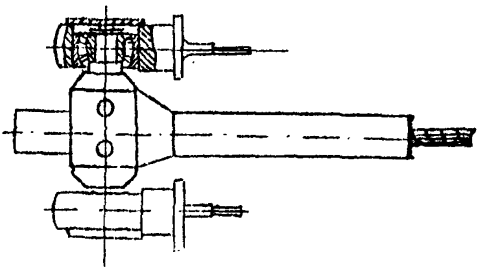
7.1.3. Несущий канат должен состоять из одного куска. В тех случаях, когда грузовая тележка движется только в ограниченных пределах пролета, допускается вне рабочей зоны сращивать несущий канат с обязательным обеспечением подхода грузовой тележки к одной из опор.

Сращивание несущего каната должно осуществляться без применения силового резьбового соединения.

Пример допускаемого сращивания несущего каната приведен на черт.31. Детали соединительного устройства должны быть рассчитаны на нагрузку, равную разрывному усилию каната в целом.



Черт.31



Черт. 32

7.2. Якорные устройства несущего каната

7.2.1. Несущий канат крана следует закреплять на опорах без натяжного груза (в дальнейшем- несущий канат с закрепленными концами).

7.2.2. Конструкция якорного устройства должна обеспечить возможность поворота каната вместе с концевой муфтой в вертикальной плоскости при изменении угла подхода несущего каната к башне, а для неподвижной башни радиального крана, кроме того, поворот якорного устройства в горизонтальной плоскости при передвижении другой башни. Шарниры, обеспечивающие указанные движения, рекомендуется выполнять на подшипниках качения по черт. 32. Шарниры свободного касания для якорного устройства применять не рекомендуется.

7.2.3. При применении нескольких несущих канатов для выравнивания натяжения в них необходимо предусматривать натяжное устройство.

В параллельном кране балансирные устройства для выравнивания натяжения не требуются.

В радиальном кране для обеспечения беспрепятственного поворота в горизонтальной плоскости несущие канаты должны закрепляться к шарнирной раме. Шарниры рамы рекомендуется устанавливать на подшипниках качения.

7.2.4. Во избежание заламывания каната в местах, где должен быть обеспечен его поворот, необходимо предусматривать водило.

7.2.5. Якорное устройство должно рассчитываться по натяжению несущего каната с учетом динамики по формулам (6.19)...(6.22), (6.24)...(6.26).

7.2.6. Якорное устройство должно снабжаться приспособлением для ремонта узлов крепления несущих канатов без их демонтажа.

7.3. Натяжное устройство для регулирования длины несущего каната

7.3.1. Для регулирования провеса и натяжения несущего каната должно быть предусмотрено натяжное устройство. В качестве натяжного устройства могут применяться винтовые или гидравлические домкраты, полиспасты с электрическими лебедками и др.

7.3.2. Натяжное устройство должно работать только при подтяжке каната и не должно находиться под нагрузкой во время работы крана.

7.3.3. Натяжное устройство должно обеспечивать возможность раздельной натяжки каждого из несущих канатов.

7.3.4. Натяжное устройство должно быть рассчитано по натяжению несущего каната при положении тележки без груза у башни.

7.3.5. Ход натяжного устройства должен быть достаточным для регулирования длины каната с учетом изменения температуры. В конструкции натяжного устройства должна быть предусмотрена возможность перестановки его для вытяжки несущего каната на требуемую высоту.

7.4. Крепления подъемного, тягового и других канатов

7.4.1. Закрепление концов канатов должно производиться с помощью концевой муфты, коушей с заплеткой конца каната или зажимами.

7.4.2. Конструкция зажимов и их количество принимаются в зависимости от диаметра каната. Расстояние между зажимами назначается равным 6 диаметрам каната.

7.5. Блоки

7.5.1. Блоки должны устанавливаться на подшипниках качения. Для удобства монтажа и замены блоков при эксплуатации рекомендуется подшипниковый узел выполнять с промежуточной втулкой (черт.33).



Черт.33

7.5.2. Для увеличения срока службы рекомендуется футерование блоков резиной или полиамидами. Удельное давление каната на футеровку следует определить по формуле (7.1). Допускаемые значения давлений на резину приведены в п.7.8.10.

7.6. К р ю к о в ы е п о д в е с к и

7.6.1. Размеры крюков должны соответствовать ГОСТ 6627-74. Крюки должны изготавливаться в соответствии с ГОСТ 2105-75.

7.6.2. Зев крюка должен закрываться защелкой для предохранения от производного выпадания подвешиваемых на крюке устройств; предохранительный замок- по ГОСТ 12840-80.

7.6.3. Крюк должен опираться на опорный подшипник.

7.6.4. Масса обоймы с крюком должны быть достаточной для свободного опускания порожнего крюка.

7.6.5. Конструкция обоймы должна исключать возможность выпадания каната из ручья блока.

7.6.6. При подвеске длинномерных грузов на 2-х крюках, каждый из них рассчитывается на 2/3 поднимаемого груза.

7.7. Г р е й ф е р ы

7.7.1. Кратность замыкающего полиспаста должна быть минимальной.

Конструкция грейфера должна предусматривать возможность изменения кратности полиспаста в зависимости от изменяющихся условий работы (смерзаемость и пр.).

7.7.2. Канаты в грейфере необходимо защитить от возможности выпадания их из ручьев блоков.

7.8. Л е б е д к и и п р и в о д ы

7.8.1. Лебедки с канатоведущим барабаном применяются для подъема груза, передвижения тележки при пролетах менее 800м, передвижения якорных тележек, регулирования натяжения и подтяжки несущего каната.

7.8.2. Каждая из лебедок рассчитывается на максимальное статическое усилие соответствующего каната и проверяется на прочность с учетом динамики.

7.8.3. Для грейферных и кюбельных кранов рекомендуется система в виде двух одинаковых однобарабанных лебедок с независимым приводом.

Каждая из лебедок грейферных и кюбельных кранов рассчитывается на полное окружное усилие (предполагая передачу полной нагрузки только одной лебедкой).

7.8.4. Барабаны должны выполняться и рассчитываться в соответствии с требованиями РТМ 24.090.21-76 "Барабаны канатные. Метод расчета."

7.8.5. Диаметр барабана $D_б$ -принимается не менее 30 d.

7.8.6. Крепление каната на барабане рекомендуется осуществлять накладками.При этом в низшем положении крюка должно оставаться не менее трех витков каната,не считая витков,находящихся под зажимным устройством.

7.8.7. Приводы с канатоведущим шкивом применяются для передвижения грузовой тележки при пролетах более 800 м,при стесненных габаритах *каточего машинного отделения,при невозможности* обеспечить требуемый угол отклонения каната на барабане и при других ограничивающих обстоятельствах.Привод требует грузового натяжного устройства.

7.8.8. Диаметр канатоведущего шкива трения должен быть не менее 60 диаметров каната.

7.8.9. Канатоведущий шкив рекомендуется выполнять одножелобчатым,футерованным материалом,обладающим достаточными фрикционными свойствами для передачи окружного усилия.

7.8.10. В качестве материала для футерования канатоведущих [illegible]жет применяться резина.Коэффициент трения между канатами

и футеровкой принимается $\mu = 0{,}22$.

Допускаемое удельное давление каната на футеровку канатоведущего шкива определяется по формуле

$$p_{уд.} = \frac{3\,T_{max}}{D_ш \cdot d}, \qquad (7.1)$$

$p_{уд} \leq 3{,}2$ МПа – для резиновой футеровки.

7.8.II. Расчетный коэффициент запаса сцепления каната с канатоведущим шкивом должен быть не менее I,25 при неустановившемся движении(при пуске,остановке).

7.8.I2. Натяжка двустороннего действия по черт.26 и одностороннего действия по черт.27 должны приниматься в соответствии с рекомендацией п.5.3.I0.

7.8.I3.Лебедки и привода снабжаются колодочными тормозами нормально замкнутого типа автоматического действия.

Тормоз должен обеспечить тормозной момент с коэффициентом запаса торможения по отношению к статическому моменту,при наиболее тяжелых условиях загрузки механизма,выбираемого по табл.6.

Таблица 6

Коэффициент запаса торможения

Назначение механизма	Режим работы	Коэффициент запаса торможения
Подъем груза *	3	I,5
	4	I,75
	5	2,0
Передвижение грузовой тележки	3...5	I,25
Передвижение опоры при ветре		
рабочего состояния	-	I,5
нерабочего состояния	-	I,25
Монтажные операции		I,5

* см.Правила

7.8.14. Выбор и расчет тормозов производится по РТМ 24.090.19-75.

7.8.15. Лебедка подъема, а также лебедка замыкания грейфера грейферных кранов должны иметь устройства (концевые выключатели, командоаппараты или другие приборы), автоматически останавливающие их и обеспечивающие после остановки:

при подъеме- расстояние между буферами грузозахватного органа и грузовой тележки не менее 1 м;

на всех лебедках- наличие на барабане с каждой стороны не менее 3-х витков каната.

7.8.16. Лебедки подъема и передвижения грузовой тележки должны иметь первичные приборы для индикаторов.

7.8.17. В случае применения для передвижения грузовой тележки привода с канатоведущим шкивом устройство для конечной защиты и индикаторов следует приводить в движение от предлежащего или направляющего блока тягового каната. Эти устройства должны иметь приспособления для корректировки показания приборов и действия концевой защиты.

7.8.18. Тахогенераторы, устанавливаемые на лебедках и приводах для контроля скорости, следует крепить непосредственно к электродвигателю без промежуточных передач, если по частоте вращений они соответствуют друг другу или через редуктор с соответствующим передаточным числом, если частоты вращения их различны. Применение клиноременной передачи не рекомендуется.

7.8.19. Лебедки подъема и передвижения грузовой тележки, преобразовательный агрегат и другое оборудование, создающие вибрацию машинного отделения, устанавливать на амортизаторах, например, резинометаллических, применяемых в судостроении.

7.9. Грузовые тележки

7.9.1. Конструкция тележки должна обеспечивать равномерное распределение нагрузки между всеми ходовыми колесами.

7.9.2. Ходовые колеса грузовых тележек рекомендуется устанавливать на подшипниках качения.

7.9.3. Грузовая тележка должна иметь площадки с ограждениями для осмотра и смазки канатов кабелькрана и смены поддержек в пролете.

7.9.4. Наибольшее общее давление на ходовые колеса тележки от груза и нагрузки от рабочих канатов в кН с учетом их натяжения определяется по формуле

$$\Sigma P_x = P - \frac{2P + 2\pi\rho + G}{2\Sigma H_x} \sum_{i=1}^{z} H + \frac{\ell}{2\cos\beta} \sum_{i=1}^{z} q_i , \qquad (7.2)$$

где z - число ветвей рабочих канатов (без несущего каната).

7.9.5. Число ходовых колес грузовой тележки при несущем канате закрытой конструкции рекомендуется выбирать из условия

$$n_x \geq \frac{200\Sigma P_x}{T_{нx}} \sqrt{\frac{F_н}{T_{нx}}} , \qquad (7.3)$$

где $T_{нx}$ - натяжение несущего каната, соответствующее крайнему положению груза у опоры, кН;

$F_н$ - площадь сечения всех проволок каната, $см^2$.

7.9.6. Диаметр ходовых колес грузовой тележки принимается в пределах $D_к$ = 400-600 мм и выбирается в зависимости от диаметра несущего каната $d_н$ из условия

$$\rho_к = \frac{\Sigma P_к}{n_к D_к d_к'} \quad . \qquad (7.4)$$

Среднее удельное давление для ходовых колес грузовой тележки в зависимости от режима работы крана принимается по табл.7.

Таблица 7

Среднее удельное давление $\rho_к$,МПа

Группа режима работы механизма	3	4	5
Колесо стальное	0,8	0,7	0,6

7.9.7. Для увеличения срока службы несущего каната рекомендуется ходовые колеса футеровать капролоном,полиуретаном или другим полиамидом. Допускаемое среднее удельное давление на футеровку не должно превышать 0,4 МПа.

7.10. Устройство для передвижения опор

7.10.1. Передвижение опор может осуществляться с помощью приводных ходовых тележек, а при холостых тележках- лебедкой, установленной на опоре.

7.10.2. Для кабельных кранов с опорами башенного типа рекомендуется система передвижения с приводными ходовыми тележками.

7.10.3. Для кабельных кранов эстакадного типа рекомендуется система передвижения с холостыми тележками, канатной тягой и лебедками, установленными на опорах.

7.10.4. Число тележек определяется допускаемой нагрузкой для одного колеса, принимаемой по табл. 8.

Таблица 8

Допускаемая нагрузка на колесо

Диаметр, мм	Материал	Тип рельса	Тип подкранового пути	Допускаемая нагрузка, кН
500	Отливка 35 Л-П ГОСТ 977-75 Отливка 55 Л-П ГОСТ 977-75	Р 43 ГОСТ 7173-54	Шпальный	Принимается согласно ГОСТ 22338-77
700	Отливка 45 Л-П ГОСТ 977-75 Отливка 55 Л-П ГОСТ 977-75 Отливка 35ХГСЛ ГОСТ 977-75	Р 43 ГОСТ 7173-54	на бетонном основании или на металлической эстакаде	200 250 300
900	Отливка 55-Л-П ГОСТ 977-75 Отливка 35ХГСЛ ГОСТ 977-75	КрI20 ГОСТ 4121-76	на бетонном основании или на металлической эстакаде	600 700

Примечание: При применении колес из поковки или проката допускаемые нагрузки выбираются по ОСТ 24.090.44-82.

7.10.5. Конструкция тележки должна обеспечивать равномерное распределение нормального давления между всеми колесами с помощью балансирных рам.

7.10.6. Применяемые в ходовых тележках для балансирных рам сферические шарниры свободного касания проверяются на местное сжатие и на отсутствие скольжения.

7.10.7. Наибольшие нормальные напряжения на площадке шарнира свободного касания не должны превышать значений, указанных в табл.9.

Наибольшие напряжения для сферического шарнира, МПа

$$\sigma_{см} = 0{,}39 \sqrt[3]{P_ш E^2 \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1}\right)^2}, \qquad (7.4)$$

где $P_ш$ -нормальное давление на шарнир (черт.34);

E-210000МПа- модуль упругости для стали;

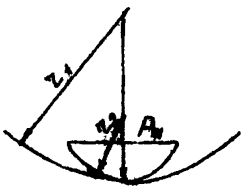
r_1 и r_2 -соответственно больший и меньший радиусы шаровых поверхностей, см;

$\sigma_{см}$ -наибольшее допускаемое напряжение, МПа.

Таблица 9

Допускаемое нормальное напряжение для сферического шарнира свободного касания

Материал	Термообработка	Допускаемое напряжение для сферического шарнира, МПа
Отливка 35 Л-П ГОСТ 977-75	-	1300
Отливка 55 Л-П ГОСТ 977-75	-	1500
Сталь 35 ГОСТ 1050-74	нормализация	1400
Сталь 45 ГОСТ 1050-74	нормализация	1600



Черт.34

7.10.8. Соотношение кривизны подвижного и неподвижного элементов шарнира должно быть

$$\frac{r_2}{r_1} \geqslant 0{,}85 .$$

7.10.9. Шарниры свободного касания должны быть защищены от попадания на контактные поверхности смазки, краски и др. веществ, понижающих сцепление между соприкасающимися поверхностями.

7.10.10. Несущие конструкции опорных тележек рассчитываются по наибольшей нагрузке нерабочего состояния крана (с учетом ветровой нагрузки) при основных допускаемых напряжениях.

Несущие конструкции опорной тележки под контргруз рассчитываются по наибольшей нагрузке нерабочего состояния крана при основных допускаемых напряжениях и проверяются на случай снятия несущих канатов при напряжениях, допускаемых при воздействиях случайных нагрузок.

7.10.11. Число приводных колес n_0 из условия сцепления определяется по формуле

$$n_0 = 6 \frac{W}{\sum Б_p} n_x , \qquad (7.5)$$

где n_x -общее число колес ходовой части под опорой.

7.10.12. Сопротивление передвижению опоры с помощью приводных ходовых тележек определяется по формуле (5.32).

7.10.13. Наибольшая суммарная мощность всех приводных тележек, необходимая для передвижения опоры

$$\sum N_{\delta} = \frac{W_{\delta p} V_{\delta}}{102 \eta_{\delta}}, \qquad (7.6)$$

где V_{δ} -скорость передвижения опоры, м/с;

η_{δ} -коэффициент полезного действия приводного механизма ходовых тележек.

7.10.14. Расчетная мощность привода распределяется на каждую из приводных тележек поровну.

7.10.15. Запас устойчивости ходовой тележки должен быть не менее 1,25 при монтаже и 2- для рабочего состояния.

7.10.16. Для защиты опоры от угона ветром устанавливаются противоугонные захваты. При этом тормоза опорных приводных тележек должны быть рассчитаны из условия равенства тормозного момента моменту на тормозном валу от силы сцепления приводных колес с рельсами при коэффициенте сцепления 0,14, а все детали приводного механизма от ходовых колес к тормозу на передачу этого момента.

7.10.17. Противоугонные захваты должны быть рассчитаны на силу, удерживающую опору крана от угона, с коэффициентом запаса 1,25

$$W_{y} = 1,25\left\{W_{н} + \delta \Sigma T_{н} - \left[C_{\delta} + (0,14 - C_{\delta})\frac{n_{o}}{n_{x}}\right]\Sigma Б\right\}. \qquad (7.7)$$

7.10.18. Противоугонные захваты могут не устанавливаться, если сцепной вес приводных колес больше силы угона

$$0,12\,\frac{n_{o}}{n_{x}}\Sigma Б \geq W_{н} + \delta \Sigma T_{н}. \qquad (7.8)$$

7.10.19.На кранах с канатным приводом передвижения опор установка противоугонных устройств не требуется; тормоз механизма передвижения должен быть рассчитан на удержание крана при действии ветра нерабочего состояния.

7.10.20.Кран должен быть оборудован устройством,автоматически останавливающим механизмы передвижения опор в случае забегания одной из них по отношению к другой на величину,превышающую расчетную (см.п.5.5.4).

7.10.21.Краны с подвижными опорами должны быть оборудованы анемометром,подающим звуковой сигнал при давлении ветра,превышающем расчетное значение.

7.11.У з л ы и д е т а л и м е х а н и з м о в

7.11.1.Выбор и расчет узлов и деталей механизмов должны производиться в соответствии с руководящим техническим материалом:

Передачи зубчатые цилиндрические эвольвентные; Расчет на прочность	ГОСТ 21354-75
Валы и оси.Методы расчета	РТМ 24.090.12-76
Соединения зубчатые(шлицевые)прямобочные и эвольвентные.Методы расчета	РТМ 24.090.15-76
Соединения шпоночные.Методы расчета	РТМ 24.090.16-76
Подшипники качения.Расчет и выбор	РТМ 24.090.17-76
Соединение деталей с гарантированным натягом.Методы расчета	РТМ 24.090.18-76
Тормоза механические.Методы расчета	РТМ 24.090.19-76
Барабаны канатные.Метод расчета	РТМ 24.090.21-76
Передачи червячные.Расчет на прочность	РТМ 24.090.33-77

7.12.П р и б о р ы и у к а з а т е л и

7.12.1.В кабине крановщика должны быть предусмотрены указатели:положения грузозахватного органа по высоте;открытого и закрытого положения грейфера(в грейферном кране);положения грузовой тележки в пролете;грузоподъемности; скорости подъема; скорости передвижения грузовой тележки и забегания опор.

8. ТРЕБОВАНИЯ К ЭЛЕКТРИЧЕСКОМУ ОБОРУДОВАНИЮ, СВЯЗИ, СИГНАЛИЗАЦИИ И ОСВЕЩЕНИЮ

8.I. При проектировании электрической части крана следует руководствоваться:

Правилами устройства электроустановок (ПУЭ-76, глава У-4);

Правилами дневной маркировки, светового ограждения и радиомаркировки препятствий, находящихся при аэродромных территориях и воздушных трассах;

СНиП-II-4-79 Естественное и искусственное освещение. Нормы проектирования ;

СН-305 Указания по проектированию и устройству молниезащиты зданий и сооружений;

СН-357-66 Указания по проектированию силового электрооборудования промышленных предприятий;

СН-352-76 Указания по выбору и применению установочных электрических проводов.

8.2.По степени надежности электроснабжения кран относится к Ш-ей категории по ПУЭ-76.

8.3. Все металлические части крана, могущие оказаться под напряжением при повреждении изоляции, в том числе канаты, должны быть заземлены.

8.4. По молниезащите сооружения крана относятся к Ш-ей категории.

8.5. Электродвигатель предварительно выбирается по эффективной мощности $N_э$ в кВт, определяемой по формуле

$$N_э = \frac{U_э V}{\eta}, \qquad (8.I)$$

где V - номинальная скорость движения груза (грузовой тележки), м/с;

η = 0,85÷0,9 – коэффициент полезного действия лебедки (привода);

$U_э$ – среднеквадратичная величина окружных усилий на барабане (канатоведущем шкиве), кН.

8.6. Среднеквадратичная величина окружных усилий в кН определяется по формуле

$$U_э = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{H} U_j^2 t_j}{\sum_{j=1}^{H} t_j + t_р}}, \qquad (8.2)$$

где U_j – окружное усилие в отдельные операции цикла, кН;

t_j – продолжительность отдельных операций цикла, с;

$t_р$ – продолжительность ручных операций, с.

8.7. Проверка выбранного электродвигателя производится с учетом ускорения и замедления. Момент электродвигателя с учетом ускорения определяется по формуле:

$$M_a = \frac{U_a D_б}{2\eta u_п} + \frac{G D_э^2 a n_э}{38{,}2 v}, \qquad (8.3)$$

где U_a – окружное усилие на барабане лебедки (канатоведущем шкиве привода) при разгоне, Н;

$n_э$ – частота вращения электродвигателя, об/мин;

$u_п$ – передаточное число лебедки (привода);

GD^2 – маховый момент, приведенный к валу электродвигателя, кг·м^2;

a – ускорение при пуске, м/с^2;

$D_б$ – диаметр барабана лебедки (канатоведущего шкива), м.

8.8. Момент электродвигателя в Н.м с учетом замедления определяется по формуле

$$M_3 = \frac{U_3 D_б \eta}{2 u_п} + \frac{G_3 a_3 n_б}{38{,}2 v}, \qquad (8.4)$$

где U_3 – окружное усилие на барабане лебедки (канатоведущем шкиве) при торможении, кН;

a_3 – замедление при торможении, м/с^2.

8.9. Проверка электродвигателя на нагрев производится по эквивалентному току $I_э$ в А, определяемому по формуле:

$$I_э = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n} I_j^2 \cdot t_j}{\sum_{j=1}^{n} t_j + t_р}}, \qquad (8.5)$$

где I_j – значение тока для отдельных операций цикла, А;

t_j – время продолжительности отдельных операций, входящих в цикл работы крана, с;

n – количество операций, входящих в цикл.

8.10. Для крюковых монтажных кранов в электроприводах механизмов подъема и передвижения грузовой тележки необходимо предусматривать регулирование скорости глубиной до I:50, обеспечивающие малые посадочные скорости.

8.11. Для крюковых перегрузочных кранов в электроприводах механизмов подъема и передвижения тележки необходимо предусматривать регулирование скорости глубиной до I:50, используя двустороннее регулирование от номинальной скорости в сторону уменьшения путем изменения напряжения генератора и в сторону увеличения – ослаблением поля двигателей.

8.12. Электропривод должен обеспечивать использование оптимальных скоростей подъема, спуска груза, подъема и опускания порожнего сосуда, передвижения грузовой тележки с грузом и без груза с целью получения максимальной производительности в соответ-

ствии с рекомендациями раздела 2.

8.I3. Электропривод должен обеспечивать плавный разгон и торможение механизмов с заданным ускорением и замедлением.

8.I4. Допускаемые ускорения при разгоне и допускаемые замедления при торможении должны быть такими, чтобы размах (амплитуда) колебаний груза не превышал размеров, определяемых условиями работ (отсутствие соударений груза со стенами блока и т.п.). Размах колебаний в функции ускорения определяется по пп. 6.3.7 и 6.3.II.

8.I5. Тахогенератор должен иметь жесткое соединение с валом электропривода.

8.I6. Торможение механизмов должно осуществляться электроприводом с последующим наложением механических тормозов. При аварийных отключениях привод должно предусматриваться динамическое торможение.

8.I7. Для грейферных перегрузочных кабельных кранов в электроприводе механизма передвижения грузовой тележки необходимо предусматривать регулирование скорости глубиной до I:20.

8.I8. Для приводов механизмов подъема и замыкания грейфера рекомендуется применять асинхронные трехфазные двигатели одинаковой мощности.

8.I9. Электроприводы механизмов замыкания и подъема грейфера должны обеспечивать осуществление процесса зачерпывания и закрывания грейфера только одной замыкающей лебедкой.

8.20. Электродвигатель замыкающей лебедки должен выдерживать полную нагрузку от веса груженого грейфера в момент окончания зачерпывания материала.

8.2I. Электроприводы механизмов замыкания, подъема и спуска груженого грейфера должны обеспечивать при закрытом грейфере равномерное распределение массы грейфера и груза между обоими механизмами.

В этом режиме оба двигателя должны работать на одинаковых достаточно мягких характеристиках, обеспечивающих возможность автоматического выравнивания нагрузки между обоими двигателями.

8.22. *При подъеме и спуске порожнего грейфера* электропривод должен обеспечить восприятие всей нагрузки двигателем механизма подъема. При этом двигатель механизма замыкания должен только компенсировать слабину каната (применением, например, очень мягкой характеристики двигателя замыкающей лебедки).

8.23. Необходимо предусматривать блокировки, ограничивающие движение грузовой тележки на рабочих скоростях в пределах рабочей зоны и на малых скоростях при подходе к площадкам опор.

8.24. Электросхема кроме общих защит, предусмотренных ПУЭ, должна обеспечить отключение электродвигателя:

при обрыве цепей возбуждения двигателей;

при повышении напряжения выше допускаемого;

при превышении частоты вращения электродвигателей на 20% выше предусмотренной электросхемы.

8.25. Приводы перемещения опор крана следует осуществлять с помощью электродвигателей переменного тока с повышенным скольжением.

8.26. Электросхемой должна быть предусмотрена блокировка приводов передвижения опор, обеспечивающая при отключении одного из приводов отключение всех остальных, а в параллельных кабельных кранах - отключение приводов при забегании, превышающем допускаемое, одной опоры относительно другой.

8.27. Пуску крана должна предшествовать предупреждающая звуковая сигнализация, продолжительностью 10-20 с.

8.28. На пульте управления рекомендуется предусматривать светозвуковую сигнализацию с расшифровкой места аварийного срабатывания приборов безопасности.

8.29. Между постом управления и противоположной опорой должна быть предусмотрена независимая телефонная связь. Необходимо иметь розетки для подключения телефонного аппарата к телефонной линии крана. При наличии телефонной сети общего пользования пост управления крана должен быть подключен к сети.

8.30. Необходимо предусматривать двустороннюю громкоговорящую связь между крановщиком и операторами с мест загрузки и разгрузки.

8.31. На опорах следует предусмотреть освещение всех помещений, подходов и выходов и установку прожектора для освещения пролета и места загрузки крана.

8.32. В машинном отделении предусматривается переносное (ремонтное) и аварийное освещение.

8.33. В случае аварийной ситуации на защитной панели должна быть предусмотрена возможность централизованного отключения всех механизмов.

8.34. В кабельных кранах, используемых на строительстве для транспортирования и укладки бетона в глубоких каньонах, рекомендуется наряду с управлением из поста управления применять дистанционные управления по радио. При этом число включаемых ступеней скоростей рекомендуется предусматривать минимально необходимое.

Закрывание и открывание затвора бадьи следует осуществлять от автономного источника энергии, установленного на бадье (например, аккумулятора), с дистанционным управлением.

9. ТРЕБОВАНИЯ К СТАЛЬНЫМ КОНСТРУКЦИЯМ ОПОР

9.1. Статические схемы конструкций кранов должны отвечать силовому потоку, учитывая воздействие значительных горизонтальных нагрузок от несущих и рабочих канатов.

9.2. Схема конструкций должна обеспечивать простые конструктивные решения при проектировании элементов и узлов, малую трудоемкость изготовления и монтажа.

9.3. В конструкциях башен больших размеров рекомендуется использование возможностей снизить влияние собственного веса за счет создания соответственно направленных опорных моментов в узлах, приложением внешних нагрузок вне центров узловых соединений и т.п.

9.4. Расчетная статическая схема башен в каждом отдельном случае должна увязываться с условиями сборки и монтажа башен, предусматриваемыми проектом производства работ.

9.5. Связи между основными элементами конструкции должны воспринимать нагрузки, возникающие при работе крана (нагрузка от ветра, от забегания опор и пр.) и при монтаже конструкций, при смене или подтяжке канатов и т.п.

9.6. Конструкция башни, выбранная из условия работы крана, должна в то же время отвечать условиям работы конструкций при отсутствии нагрузок от канатов или резкого уменьшения нагрузок (посадка башни на фундамент при смене канатов), условиями монтажа конструкций.

9.7. Для опор в виде мачт рекомендуется применять в качестве оттяжек стальные канаты.

9.8. При конструировании следует стремиться к максимальному применению прокатных профилей; сварные или клепаные элементы должны применяться только при недостаточной мощности имеющихся про-

катных профилей или по конструктивным соображениям для облегчения конструкций.

9.9. При конструировании якорных тележек основные несущие балки рекомендуется выполнять сварными коробчатого сечения по черт.35.

9.10. При соблюдении соотношений высоты балки $h_б$ к ее длине $L_б$

$$\frac{h_б}{L_б} \geq \frac{1}{18}; \quad \frac{L_б}{b_б} \leq 50; \quad \frac{h_б}{b_б} \leq 3 \qquad (9.1)$$

проверка на общую устойчивость не требуется.

9.11. Ширина сжатого пояса сварной коробчатой балки не должна превышать величину

$$b_б \leq 50\,\delta_п. \qquad (9.2)$$

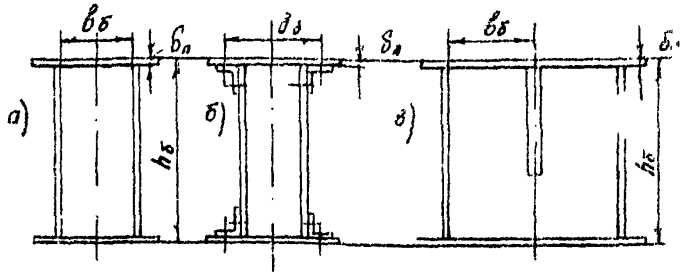
9.12. В клепаных коробчатых балках за расчетную высоту и ширину сжатого пояса принимается расстояние между рисками заклепок, присоединяющих сжатый пояс к поясным уголкам (черт.35,б).

9.13. При наличии продольного ребра жесткости, расположенного посредине сжатого пояса (черт.35,в), каждая половина пояса рассматривается как жестко заделанная по длинным сторонам пластина (см.п.9.11).

9.14. Опоры должны снабжаться лестницами и площадками с ограждениями для обслуживания и ремонта оборудования.

9.15. При разработке конструкций следует предусматривать разбивку их на отправочные марки и монтажные единицы.

9.16. Элементы конструкций, выбираемые по гибкости, следует принимать из проката требуемого профиля с наименьшей толщиной.



Черт.35

9.17.Составные профили и узлы должны быть легко доступны для окраски.

Узлы не должны образовывать "мешков", в которых могла бы собираться влага, грязь и т.п.

9.18. Следует избегать кузнечных работ(высадки, гнутья) для коротких элементов и вовсе не применять их для длинных элементов.

9.19.Расположение сварных швов должно быть таким,чтобы усадочные напряжения и деформации были минимальными.

9.20.В конструкции должны быть предусмотрены элементы для облегчения сборки и монтажа (монтажные столики, временные шарниры,отверстия и др.).

9.21. Расчетные усилия в элементах сооружений определяются как комбинации усилий от воздействия отдельных нагрузок (или групп нагрузок), при этом учитываются усилия, вызванные нагрузками рабочего и нерабочего состояния крана (в том числе нагрузками при монтаже).

9.22.Нагрузками рабочего состояния являются:

силы тяжести конструкций,противовеса,механического и электрического оборудования;

натяжение несущих и других канатов(статические и динамические);

ветровая нагрузка рабочего состояния по ГОСТ 1451-77;

нагрузки при трогании с места или остановке подвижных башен, при буксовании приводных колес ходовых тележек;

составляющая натяжений канатов при забеге башен;

снеговая нагрузка.

9.23.Нагрузками нерабочего состояния являются:

силы тяжести конструкций,противовеса,механического и электрического оборудования;

натяжения несущих и других канатов (для случая неработающего крана);

ветровая нагрузка нерабочего состояния по ГОСТ 1451-77;

составляющая натяжений канатов при забегании опор;

нагрузка,вызванная обледенением канатов и опор;

снеговая нагрузка;

масса конструкций в условиях монтажа или демонтажа конструкций и механизмов,а также при посадке башни на монтажную опору при снятых канатах;

тяговое усилие одной из приводных тележек башни при неподвижной второй.

9.24.Сочетания расчетных нагрузок дано в табл.10.

9.25.Элементы металлоконструкций,соединяющие ходовые тележки, должны быть проверены на буксование ходовых колес с нагрузкой равной 1/10 от давления на опорные тележки.Эти силы направлены вдоль рельсовых путей и приложены к рельсам на уровне их головок.

Таблица 10

Расчетные нагрузки и их сочетания

Нагрузка		Расчетный случай			
		I	2	3	4
		рабочее состояние		нерабочее состояние	
		расчет на прочность и выносливость	расчет на прочность	расчет на прочность	
Масса канатов, механизмов и стальных конструкций опор		+	+	+	-
Номинальный вес груза и грузозахватных органов		+	+	-	-
Натяжения канатов	статические	+	-	-	-
	динамические	-	+	-	-
	монтажные	-	-	+	-
Составляющая натяжений канатов при набегании опор (для параллельных кабельных кранов)		+	+	+	-
Ветровая	рабочего состояния	+	+	+	+
	нерабочего состояния	-	-	+*	-
Снеговая		+	+	+*	-
От обледенения	канатов	-	-	+*	-
	опор	-	+	+*	-
От буксования приводных колес ходовой тележки		-	+	-	-
При монтаже или транспортировании стальных конструкций		-	-	-	+

* Учитывается наибольшая из них

9.26. Величина сил забегания опор, возникающих во время передвижения крана вдоль путей, определяется по п.5.5.4.

9.27. Нагрузки от снега и обледенения принимаются по СНиП П-6-74.

9.28. Температурные воздействия для стальных конструкций следует принимать согласно указаний СНиП П-26-72 в соответствии с местом установки крана. Температурные воздействия учитываются только для внешне статически неопределимых систем.

9.29. Стальные конструкции кранов, воспринимающие многократно действующую регулярную подвижную нагрузку, надлежит проверять расчетом на выносливость.

К конструкциям кранов, в которых могут возникать явления усталости, относятся элементы, подверженные динамическим воздействиям от натяжения канатов и вращающихся частей оборудования.

9.30. Величины нормативных нагрузок и воздействий для расчетов по предельным состояниям принимаются с коэффициентами перегрузок в соответствии с табл. II.

Таблица II

Нормативные нагрузки и коэффициенты перегрузки

Вид нагрузки	Коэффициент перегрузки
Масса конструкций и оборудования	I,I
Натяжение несущих канатов	I,2
Натяжение подъемных и тяговых канатов	I,4
Натяжение канатов для подвески электрокабелей	I,2
Натяжение канатов оттяжек	I,2
Нагрузка от забегания опор	I,2

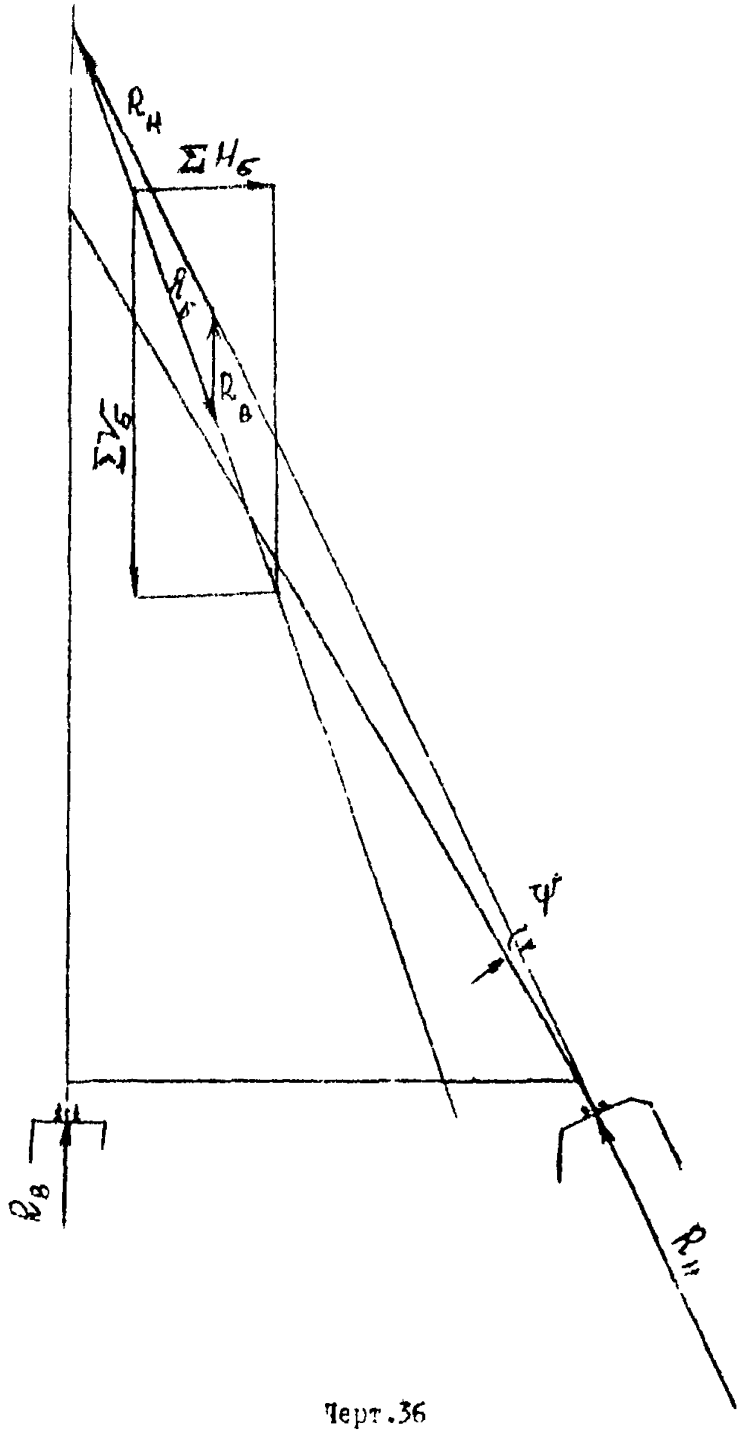
Продолжение табл.II

Вид нагрузки	Коэффициент перегрузки
Нагрузка на обслуживающие площадки	I,4
Ветровая нагрузка рабочего и нерабочего состояний	I,2
Нагрузка от температурных воздействий	I,2
Снеговая нагрузка	Принимается в соответствии со СНиП-6-74
Нагрузка от обледенения	То же

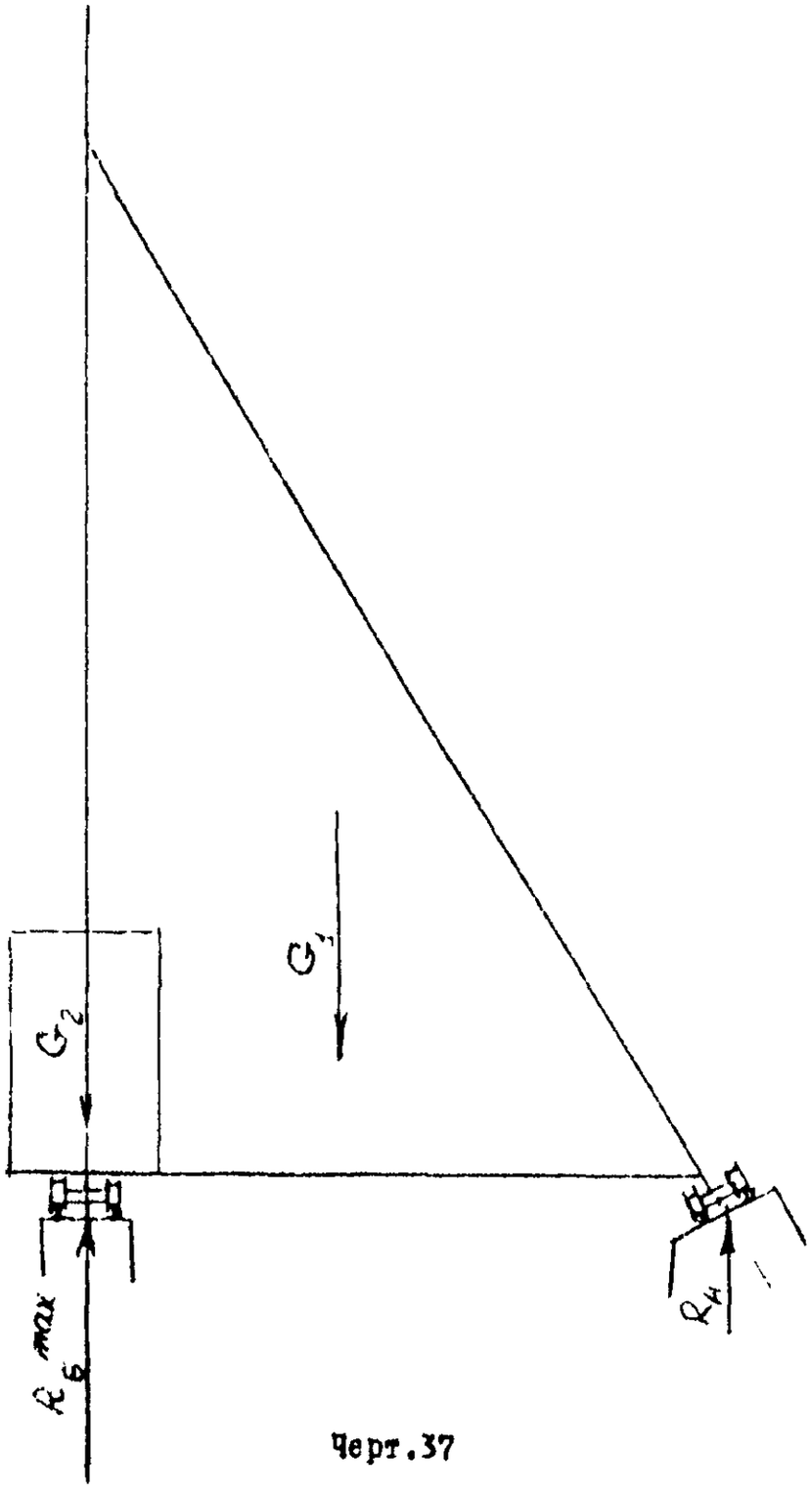
IO. ТРЕБОВАНИЯ К ПОДКРАНОВЫМ ПУТЯМ

IO.I. Передвижные опоры башенного типа опираются на два подкрановых пути: наклонный и вертикальный. Горизонтальные составляющие натяжений канатов $\Sigma H_б$ воспринимаются наклонным подкрановым путем, в то время как нагрузка от массы канатов, оборудования и опор $\Sigma V_б$ распределяется между наклонным и вертикальным путями.

Расчетным является натяжение канатов при положении тележки с номинальным грузом посредине пролета. Построение многоугольника сил представлено на черт.36. Ось наклонного подкранового пути принимается по направлению реакции $R_н$, образующей с направлением наклонной фермы угол Ψ. При этом на вертикальный путь приходится минимальная нагрузка $R_в$, обеспечивающая устойчивость башни с заданным Правилами коэффициентом запаса I,25. Максимальная нагрузка на вертикальный путь будет при снятых несущих канатах $R_в$ (черт.37).



Черт.36

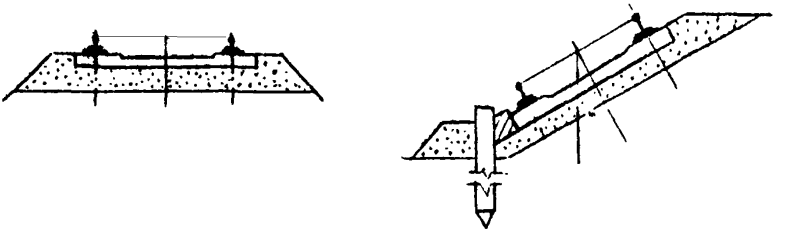


Черт.37

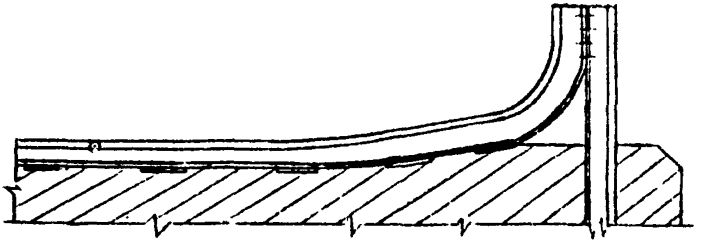
10.2. Для постоянно действующих кабельных кранов подкрановые пути следует выполнять на бетонном или железобетонном основании (черт.38).



Черт.38



Черт.39



Черт.40

10.3. Для временно действующих кабельных кранов, например, на строительстве плотин гидроэлектростанций могут применяться подкрановые пути на шпальном основании; рекомендуется шпалы, упорные брусья и сваи выполнять железобетонными (черт.39). С целью использования типовых железнодорожных шпал ходовые тележки следует выполнять под железнодорожную колею 1524 мм.

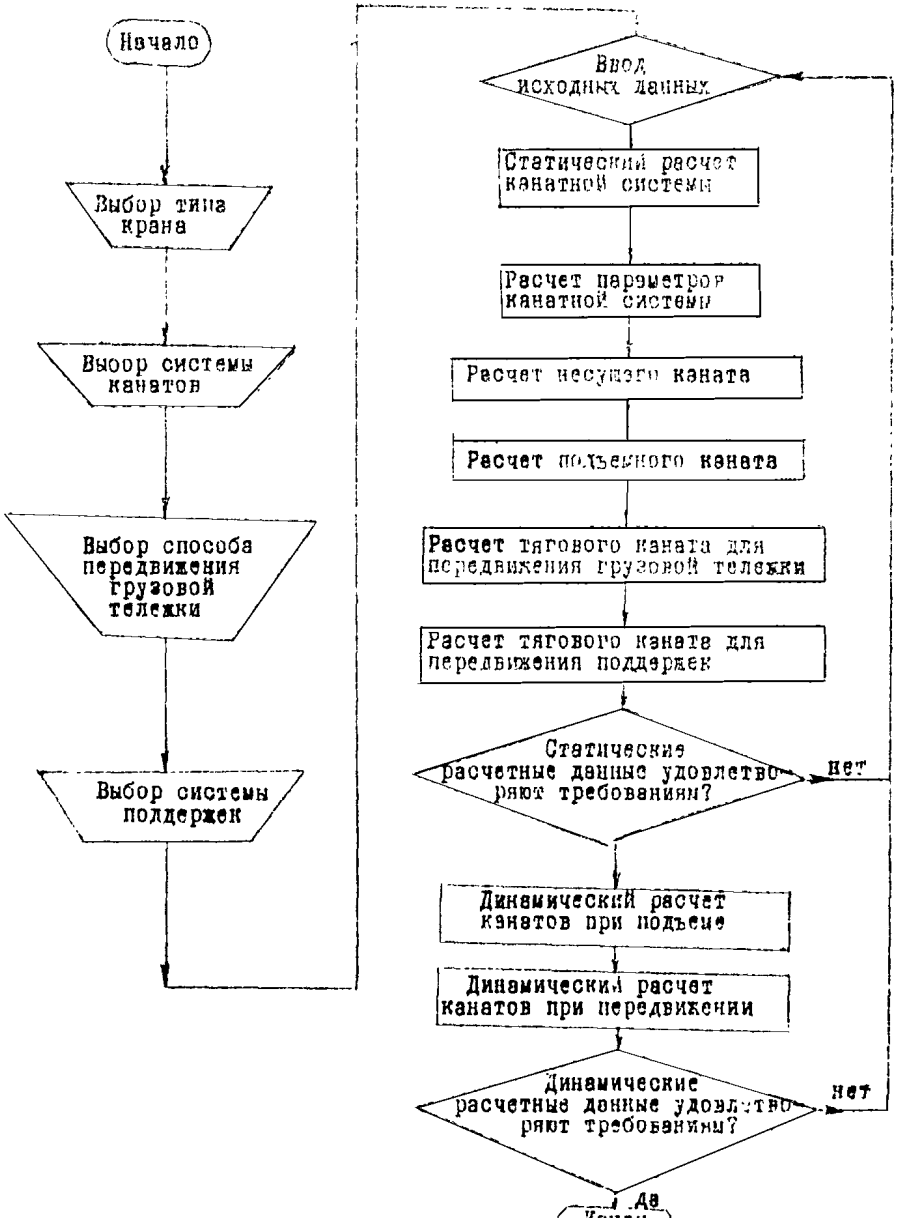
10.4. В конце наклонных подкрановых путей должны устраиваться тупики в виде участка с подъемом рельсов и упорами (черт.40).

10.5. В конце горизонтального пути для ходовых тележек под противовесом необходимо предусматривать усиленные участки путей, рассчитанные на наибольшую нагрузку на вертикальный подкрановый путь при снятых несущих канатах. Этот участок пути рассчитывается по максимально допустимым напряжениям как от воздействия нагрузок нерабочего состояния.

11. РАСЧЕТ КАНАТНОЙ СИСТЕМЫ КАБЕЛЬНОГО КРАНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЦВМ

11.1. Расчеты, связанные с проектированием кабельных кранов, рекомендуется выполнять с помощью специально разработанной вычислительной программы, обеспечивающей при работе в диалоговом режиме получение наилучших результатов в сжатые сроки.

11.2. Алгоритм и программа расчета разработаны в Институте горной механики им. Г.А. Цулукидзе при АН ГССР лабораторией динамики канатных систем и вычислительной техники в сотрудничестве с ВНИИПТМАШ. Программа написана на языке ФОРТРАН-IУ для ЭЦВМ серии СИ. Последовательность действий проектировщика-оператора представлены на блок-схеме (черт.41).



Блок-схема для расчета канатов на ЭЦВМ

черт.41

II.3.Таблицы исходных данных,которые заполняются до начала работы с программой,приведены в приложении 3.

Пример расчета канатной системы кабельного крана с использованием ЭЦВМ приведен в приложении 4.

Комплекс программы зарегистрирован в Государственном фонде алгоритмов и программ и имеет регистрационный № 50850001052.

ПРИЛОЖЕНИЕ I
Справочное
Таблица

ОБОЗНАЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ РАСЧЕТНЫХ ВЕЛИЧИН

Обозначение	Наименование	Величина измерения
a	ускорение	$м/с^2$
c_0	приведенный коэффициент сопротивления трению	-
d	диаметр каната	мм
D	диаметр барабана (шкива, блока)	мм; м
$E_н$	условный модуль упругости закрытого несущего каната	$16 \cdot 10^7$ кПа
$E_м$	условный модуль упругости каната двойной свивки с металлическим сердечником	$14 \cdot 10^7$ кПа
$E_о$	условный модуль упругости каната двойной свивки с органическим сердечником	$12 \cdot 10^7$ кПа
f	провес каната	м
F	площадь металлического сечения каната	$см^2$
GD^2	маховой момент	$т \cdot м^2$
g	ускорение силы тяжести	$м/с^2$
Q_r	производительность	т/ч
h	высота подъема	м
H	горизонтальная составляющая натяжения	кН
$к$	коэффициент запаса прочности	-
l	пролет	м
L	длина каната	м
M	момент	кН·м
m	масса	т
N	мощность	кВт
n	количество канатов	шт
P	общая подвижная нагрузка	кН
$P_г$	нагрузка от поднимаего груза	кН
$P_о$	нагрузка от грузозахватных устройств	кН
$P_т$	нагрузка от грузовых тележек	кН
P'	нагрузка от поддержек	кН
$T_{раз}$	разрывное усилие каната в целом	кН

Продолжение табл.

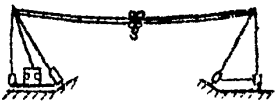
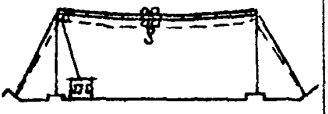
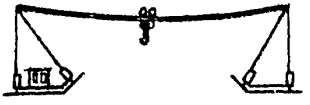
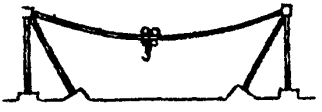
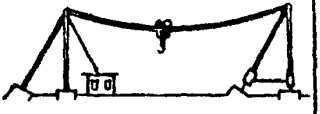
Обозначение	Наименование	Величина измерения
q	сила тяжести одного метра каната	кН/м
$S_{тр}$	тормозное усилие на барабане(шкиве)	кН
t_p	расчетная температура	^{o}C
T	натяжение каната	кН
t	время	с
U	окружное усилие на барабане (шкиве)	кН
α	угол обхвата шкива канатом	рад
β	угол наклона хорды пролета	рад
γ	угол подъема груза при движении по канату	рад
ε	коэффициент температурного удлинения стали	0,000012
φ	угол подхода каната к опоре	рад
η	коэффициент полезного действия лебёдки (привода)	-
u	передаточное число	-
μ	коэффициент трения каната по ободу блока	-
i	кратность полиспаста	-
λ	расстояние между поддержками	м
W	сопротивление движению	кН
σ	расчетное напряжение	МПа

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

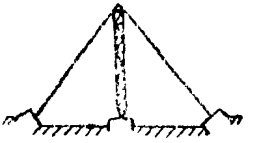
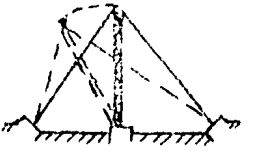
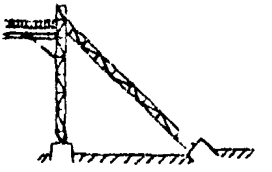
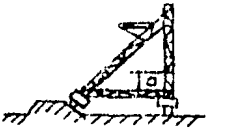
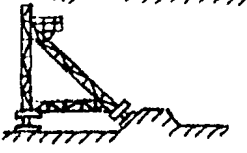
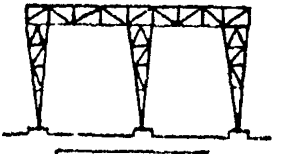
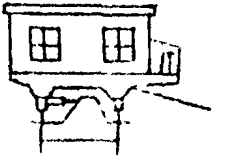
Справочное

Таблица

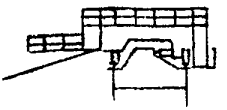
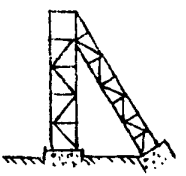
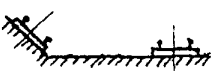
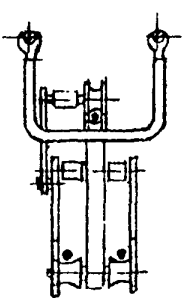
Термины и их определения

Термин	Схема	Определение
I. Кабельный кран		СТ СЭВ 723-77 РТМ 24.001.03-73
I.I. Кабельный кран стационарный		Кран, у которого обе опоры неподвижные
I.2. Кабельный кран с отклоняющимися мачтами		Кран, у которого мачты могут отклоняться от вертикальной оси в плоскости, перпендикулярной оси пролета
I.3. Кабельный кран параллельный		Кран, у которого обе опоры движутся по параллельным подкрановым путям
I.4. Кабельный кран эстакадный		Кран, у которого опоры выполнены в виде якорных тележек, перемещающихся по подкрановым путям, уложенным на эстакадах
I.5. Кабельный кран эллинговый		Группа кранов с опорами в виде порталов, на которых закреплены несущие и рабочие канаты; на одном из порталов располагается механическое и электрическое оборудование
I.6. Кабельный кран радиальный		Кран, у которого одна опора неподвижная, другая перемещается по круговому пути

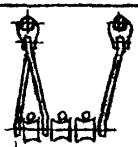
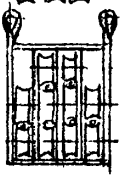
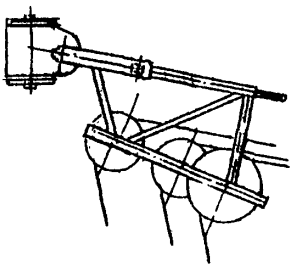
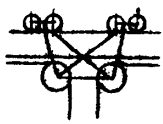
Продолжение табл.

Термин	Схема	Определение
2. Опора		Сооружение, на котором закреплены канаты и оборудование для них. Высотой опоры считается расстояние от точки закрепления несущего каната до верха фундамента неподвижной опоры или до головки рельса подкранового пути подвижной опоры
2.1. Мачта на расчалках		Мачта, закрепленная канатными оттяжками к массивным фундаментам
2.2. Мачта отклоняющаяся		Мачта, отклоняющаяся от вертикальной оси в плоскости, перпендикулярной оси пролета за счет изменения длины оттяжек
2.3. Башня неподвижная		Неподвижная опора, установленная на бетонных фундаментах
2.4. Башня машинная		Подвижная опора, на которой расположено машинное отделение
2.5. Контрбашня		Подвижная опора, противоположная машинной
2.6. Опора портальная		Опора для эллинговых кранов, выполненная в виде портала
2.7. Тележная с ... ным отд...		Опора крана в виде якорной тележки с машинным отделением, передвигающаяся по рельсовым путям

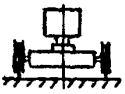
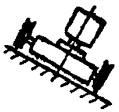
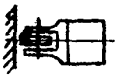
Продолжение табл.

Термин	Схема	Определение
2.8. Тележка якорная		Тележка, противоположная якорной тележке с машинным отделением
2.9. Эстакада подкрановая		Сооружение, предназначенное для устройства рельсовых подкрановых путей
2.10. Рельсовые подкрановые пути		Пути для передвижения по ним башен крана
3. Поддержки		Подвески на неподвижном канате для поддержания подъемных и тяговых канатов в пролете крана
3.1. Поддержки приводные		Поддержки, передвигающиеся по несущему канату с помощью тяговых канатов
3.2. Поддержки неподвижные с предохранительным устройством от выпадания подъемных и тяговых канатов		Поддержки, неподвижно закрепленные к двум несущим канатам, с предохранительным устройством, взаимодействующим с грузовой тележкой при проходе ее через эти поддержки

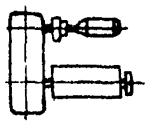
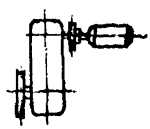
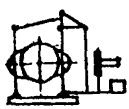
Продолжение табл.

Термин	Схема	Определение
3.3. Поддержки неподвижные открытые		Поддержки в виде П-образных рамок, неподвижно закрепленных к двум несущим канатам
3.4. Поддержки неподвижные закрытые		Поддержки, закрепленные к неподвижному канату (одному или двум) для поддержания обратных ветвей канатов и электрокабелей
4. Оборудование головки башни		Элементы для крепления несущих канатов, блоков для рабочих канатов (подъемных, тяговых), монтажных приспособлений и др.
5. Блок направляющий		Блок для направления каната
6. Блок уравнительный		Блок для выравнивания усилий в канатах полиспаста
7. Тележка грузовая		Тележка для передвижения груза по несущему канату
8. Тележка полиспастная		Тележка для раскрытия и закрытия грейфера
9. Тележка ремонтная		Тележка для ремонтных работ в пролете крана
10. Тележка ходовая		Тележка для передвижения башни по подкрановым путям

Продолжение табл.

Термин	Схема	Определение
10.1. Тележка вертикальная		Тележка, воспринимающая вертикальное усилие
10.2. Тележка наклонная		Тележка, воспринимающая горизонтальное и вертикальное усилия
10.3. Тележка горизонтальная		Тележка, воспринимающая горизонтальное усилие
11. Подвеска крюковая		Горизонтальное устройство, состоящее из блоков, траверсы и грузового крюка
12. Траверса		Балка для подвески длинномерных грузов или подвески груза к двум параллельным канатным системам
13. Бадья		Сосуд для транспортирования бетонной смеси, снабженной затвором для опорожнения
14. Ковш		Короб для транспортирования и разгрузки наклоном сыпучих или мелких штучных грузов
15. Грейфер		Грузозахватное устройство для автоматического захвата и высыпания материала
16. Кибель		Грузозахватное устройство, загружаемое материалом и автоматически разгружаемое

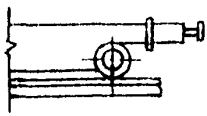
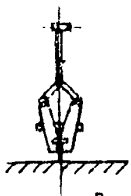
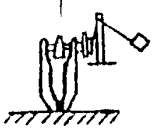
Продолжение табл.

Термин	Схема	Определение
I7.Лебедка		Механизм, тяговое усилие которого передается посредством каната, наматываемого на барабан
I7.I.Лебедка подъемная		Лебедка для подъема груза
I7.2.Лебедка замыкающая		Лебедка для закрытия и подъема грузозахватного органа
I7.3.Лебедка поддерживающая		Лебедка для удержания грейфера в раскрытом состоянии и подъема его
I7.4.Лебедка тяговая		Лебедка для передвижения грузовой тележки
I7.5.Лебедка для передвижения опоры		
I7.6.Лебедка натяжная		Лебедка для регулировки длины и натяжения несущего или другого каната
I8.Привод		Механизм, тяговое усилие которого передается канатоведущим органом
I9.Шкив канатоведущий		Шкив, передающий окружное усилие за счет сцепления тягового каната с его ободом.
20.Тормоз колодочный, автоматический		Устройство для автоматической остановки механизма при отключении двигателя; торможение осуществляется прижатием колодок к тормозному шкиву

Продолжение табл.

Термин	Схема	Определение
21. Канат несущий		Канат, по которому передвигается тележка с грузом
22. Канат подъемный		Канат для подъема груза
23. Канат тяговый для:		
23.1. передвижения грузовой тележки;		
23.2. передвижения приводных поддержек;		
23.3. передвижения крана (опоры) и удержания крана (опоры) от угона под действием ветра нерабочего состояния		
24. Канат для полиспастов заякоревания несущих канатов		
25. Канат для подвески кулачковых поддержек		
26. Канат для подвески электрокабелей		
27. Канат для оттяжки мачт и опор		Канат для крепления мачт и опор крана
28. Ограничитель грузоподъемности		Предохранительное устройство, автоматически отключающее привод механизма подъема крана при превышении грузоподъемности

Продолжение табл.

Термин	Схема	Определение
29. Ограничитель перекоса		Предохранительное устройство, автоматически отключающее привод механизма передвижения при забегании одной стороны крана относительно другой на величину, превышающую установленную
30. Выключатель концевой		Предохранительное устройство, предназначенное для автоматического отключения привода механизма крана при переходе его движущимися частями установленных положений
31. Буфер		Предохранительное устройство, предназначенное для смягчения удара
32. Упор		Предохранительное жесткое устройство, предназначенное для ограничения перемещения крана, тележки
33. Захват рельсовый ручной		Противоугонное устройство с ручным приводом, удерживающее кран путем захвата за крановый рельс
34. Захват рельсовый автоматический		Противоугонное устройство с автоматическим приводом, удерживающее кран путем захвата за крановый рельс

Продолжение табл.

Термин	Схема	Определение
35. Предохранительные опорные детали		Детали, на которые должны опираться ходовые тележки в случае поломки ходовых колес или их осей
36. Муфта		Муфта для закрепления несущих канатов клиньями или заливкой сплавом
37. Якорное устройство		Опорная конструкция для конечной муфты
38. Натяжное устройство		Приспособление для регулирования длины и натяжения каната
39. Указатель высоты подъема		Прибор, указывающий расстояние от несущего каната до груза
40. Указатель грейфера		Прибор, указывающий расстояние от несущего каната до грейфера и величину раскрытия грейфера
41. Указатель передвижения		Прибор, указывающий расстояние от тележки до машинной башни
42. Указатель забега башен		Прибор, указывающий величину забегания одной башни крана по отношению к другой
43. Указатель грузоподъемности		Прибор, указывающий вес поднимаемого груза
44. Запас устойчивости		Отношение момента удерживающих сил к моменту опрокидывающих сил

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Рекомендуемое

ТАБЛИЦЫ ДЛЯ РАСЧЕТА КАНАТОВ КАБЕЛЬНОГО КРАНА НА ЭЦВМ

Таблица I

Массив основных признаков

Обозначение признаков	Характеристика признаков
$ПР_1$-I	Кран крюковой
$ПР_1$-2	Кран грейферный
$ПР_2$-I	Система канатов одноярусная
$ПР_2$-2	Система канатов двухъярусная
$ПР_3$-I	Поддержки приводные с многоступенчатым барабаном
$ПР_3$-2	Поддержки приводные с многоступенчатым барабаном и полиспастным натяжным устройством
$ПР_3$-3	Поддержки приводные с канатоведущим блоком и грузовым натяжным устройством
$ПР_3$-4	Поддержки неподвижные
$ПР_4$-I	Передвижение грузовой тележки осуществляется барабанной лебедкой без натяжного устройства
$ПР_4$-2	Передвижение грузовой тележки осуществляется приводом с канатоведущим шкивом, натяжное устройство одностороннее
$ПР_4$-3	Передвижение грузовой тележки осуществляется приводом с канатоведущим шкивом, натяжное устройство двустороннее

Таблица 2

Исходные данные для расчета канатов

Наименование параметра, единица измерения
I. Длина пролета, м
2. Угол наклона хорды пролета, рад.
3. Расстояние тележки с грузом от опоры А, м
4. Нагрузка от грузозахватного органа, кН
5. Нагрузка от полезного груза, кН
6. Нагрузка от грузовой тележки, кН
7. Нагрузка от поддержки, кН
8. Нагрузка от поворотной рамы с блоками, кН
9. Нагрузка от площадки с противовесом, кН
I0. Количество пар поддержек
II. Количество несущих канатов
I2. Количество ветвей подъемного каната в пролете
I3. Количество ветвей тягового каната для передвижения грузовой тележки в пролете
I4. Количество ветвей тягового каната для передвижения поддержек в пролете
I5. Натяжение подъемного каната в пролете от грузозахватного устройства (без полезного груза), кН
I6. Натяжение тягового каната для передвижения грузовой тележки в пролете со стороны натяжного устройства, кН
I7. Натяжение тягового каната для передвижения поддержек в пролете со стороны натяжного устройства, кН
I8. Временное сопротивление разрыву несущего каната, МПа
I9. Коэффициент запаса прочности несущего каната
20. Условный модуль упругости несущего каната, кПа
21. Разность температур, град.
22. Коэффициент температурного удлинения стали
23. Число полиспастов подъемного (грейферного) каната
24. Кратность полиспаста
25. Количество блоков при расчете подъемного (грейферного) каната
26. Коэффициент полезного действия полиспаста
27. Коэффициент полезного действия отклоняющего блока

Продолжение табл.2

Наименование параметра, единица измерения
28. Группа режима
29. Отношение D/d
30. Временное сопротивление разрыву подъемного (грейферного) каната, МПа
31. Коэффициент запаса прочности подъемного (грейферного) каната
32. Угол между вертикалью и направлением подъемного (грейферного) каната на поворотной раме, рад.
33. Диаметр барабана лебедки подъема (грейферной), м
34. Масса барабана, т
35. Общее передаточное число лебедки
36. Коэффициент полезного действия лебедки
37. Коэффициент запаса торможения лебедки подъема (грейферной)
38. Количество электродвигателей на лебедке подъема (грейферной)
39. Номинальный момент, развиваемый электродвигателем, кН.м
40. Коэффициент перегрузки электродвигателя к номинальному моменту при подъеме
41. Маховой момент электродвигателя лебедки подъема (грейферной), т.м^2
42. Коэффициент, учитывающий массу лебедки, приведенной к ободу барабана, при разгоне
43. Коэффициент, учитывающий массу лебедки, приведенную к ободу барабана, при замедлении
44. Условный модуль упругости каната двойной свивки с органическим сердечником, кПа
45. Количество отклоняющих блоков при передвижении приводных поддержек
46. Приведенный коэффициент сопротивления вращению катков и роликов поддержек
47. Временное сопротивление разрыву тягового каната для передвижения приводных поддержек, МПа
48. Коэффициент запаса прочности тягового каната для передвижения приводных поддержек
49. Угол между вертикалью и направлением каната поддержек, рад.

Продолжение табл.2

Наименование параметра, единица измерения
50. Приведенный коэффициент сопротивления при передвижении грузовой тележки по несущему канату
51. Временное сопротивление разрыву тягового каната для передвижения грузовой тележки, МПа
52. Коэффициент запаса прочности тягового каната для передвижения грузовой тележки
53. Угол между вертикалью и направлением тягового каната грузовой тележки, рад.
54. Коэффициент трения каната по ободу канатоведущего шкива
55. Угол обхвата канатом канатоведущего шкива, рад.
56. Коэффициент запаса надежности сцепления тягового каната с канатоведущим шкивом
57. Диаметр барабана лебедки (канатоведущего шкива привода) для передвижения грузовой тележки, м
58. Масса барабана(шкива), т
59. Общее передаточное число лебедки(привода)
60. Коэффициент полезного действия лебедки (привода)
61. Количество электродвигателей на лебедке(приводе) для передвижения грузовой тележки
62. Номинальный момент, развиваемый электродвигателем, кН.м
63. Коэффициент перегрузки электродвигателя лебедки(привода)
64. Маховой момент электродвигателя лебедки(привода), $т.м^2$
65. Коэффициент, учитывающий массу лебедки (привода), приведенную к ободу барабана (шкива), при разгоне
66. Коэффициент, учитывающий массу лебедки(привода), приведенную к ободу барабана(шкива), при замедлении
67. Длина гибкой подвески груза при передвижении, м
68. Расстояние положения грузовой тележки от опоры, А, в котором амплитуда колебаний груза на гибкой подвеске будет наибольшая, м
69. Нагрузка от крюковой подвески, кН
70. Нагрузка от нижней рамы грейфера, кН
71. Нагрузка от площадки с противовесом тягового каната, кН
72. Расстояние от опоры Б до площадки с противовесом тягового каната, м

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
Рекомендуемое

РАЗРАБОТЧИКИ АЛГОРИТМА И ПРОГРАММ:
ЭНИПТМАШ И ИНСТИТУТ ГОРНОЙ МЕХАНИКИ АН ГССР

ПРИМЕР РАСЧЕТА КАНАТОВ КАБЕЛЬНОГО КРАНА НА ЭЦВМ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

КРЮКОВОЙ КРАН С ДВУХЪЯРУСНОЙ СИСТЕМОЙ КАНАТОВ
КРАН С ПРИВОДНЫМИ ПОДДЕРЖКАМИ
ПРИВОД С КАНАТОВЕДУЩИМ ШКИВОМ
ДВУСТОРОННЕЕ НАТЯЖНОЕ УСТРОЙСТВО
КАНАТЫ ПОДДЕРЖЕК ПРИВОДЯТСЯ В ДВИЖЕНИЕ ПРИВОДОМ
ОТ БЛОКА ТЯГОВОГО КАНАТА

Таблица I

ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА КАНАТОВ

НАИМЕНОВАНИЕ ПАРАМЕТРА, ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ	ЗНАЧЕНИЕ
1. ДЛИНА ПРОЛЕТА, М	1000.000
2. УГОЛ НАКЛОНА ХОРДЫ ПРОЛЕТА, РАД	0.035
3. РАССТОЯНИЕ ТЕЛЕЖКИ С ГРУЗОМ ОТ ОПОРЫ А, М	50.000
4. НАГРУЗКА ОТ ГРУЗОЗАХВАТНОГО ОРГАНА, КН	117.720
5. НАГРУЗКА ОТ ПОЛЕЗНОГО ГРУЗА, КН	196.200
6. НАГРУЗКА ОТ ГРУЗОВОЙ ТЕЛЕЖКИ, КН	49.050
7. НАГРУЗКА ОТ ПОДДЕРЖКИ, КН	4.910
8. КОЛИЧЕСТВО ПАР ПОДДЕРЖЕК	6
9. КОЛИЧЕСТВО НЕСУЩИХ КАНАТОВ	2
10. КОЛИЧЕСТВО ВЕТВЕЙ ПОДЪЕМНОГО КАНАТА В ПРОЛЕТЕ	2
11. КОЛИЧЕСТВО ВЕТВЕЙ ТЯГОВОГО КАНАТА ДЛЯ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ГРУЗОВОЙ ТЕЛЕЖКИ В ПРОЛЕТЕ	2
12. КОЛИЧЕСТВО ВЕТВЕЙ ТЯГОВОГО КАНАТА ДЛЯ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ПОДДЕРЖЕК В ПРОЛЕТЕ	6
13. НАТЯЖЕНИЕ ПОДЪЕМНОГО КАНАТА В ПРОЛЕТЕ ГРУЗОЗАХВАТНОГО УСТРОЙСТВА БЕЗ ПОЛЕЗНОГО ГРУЗА, КН	29.43
14. НАТЯЖЕНИЕ ТЯГОВОГО КАНАТА ДЛЯ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ГРУЗОВОЙ ТЕЛЕЖКИ В ПРОЛЕТЕ СО СТОРОНЫ НАТЯЖНОГО УСТРОЙСТВА, КН	63.76
15. НАТЯЖЕНИЕ ТЯГОВОГО КАНАТА ДЛЯ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ПОДДЕРЖЕК В ПРОЛЕТЕ СО СТОРОНЫ НАТЯЖНОГО УСТРОЙСТВА, КН	9.81
16. ВРЕМЕННОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ РАЗРЫВУ НЕСУЩЕГО КАНАТА, МПА	1372
17. МИНИМАЛЬНО ДОПУСТИМОЕ ЗНАЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЗАПАСА ПРОЧНОСТИ НЕСУЩЕГО КАНАТА	3.00
18. УСЛОВНЫЙ МОДУЛЬ УПРУГОСТИ НЕСУЩЕГО КАНАТА, КПА	160000000.00
19. РАЗНОСТЬ ТЕМПЕРАТУР, ГРАД	0.00
20. КРАТНОСТЬ ПОЛИСПАСТОВ	2
21. КОЛИЧЕСТВО ОТКЛОНЯЮЩИХ БЛОКОВ ПРИ РАСЧЕТЕ ПОДЪЕМНОГО КАНАТА	5
22. КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ	0.99
23. КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ОТКЛОНЯЮЩЕГО БЛОКА	0.98
24. ГРУППА РЕЖИМА	4
25. ОТНОШЕНИЕ D/d	40
26. ВРЕМЕННОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ РАЗРЫВУ ПОДЪЕМНОГО КАНАТА, МПА	1764
27. КОЭФФИЦИЕНТ ЗАПАСА ПРОЧНОСТИ ПОДЪЕМНОГО КАНАТА	5.00
28. ДИАМЕТР БАРАБАНА ЛЕБЕДКИ ПОДЪЕМА, М	1.60

Продолжение табл.I

	НАИМЕНОВАНИЕ ПАРАМЕТРА, ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ	ЗНАЧЕНИЕ
29.	МАССА БАРАБАНА, Т	3.30
30.	ОБЩЕЕ ПЕРЕДАТОЧНОЕ ЧИСЛО ЛЕБЕДКИ	8.23
31.	КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ЛЕБЕДКИ	0.90
32.	КОЭФФИЦИЕНТ ЗАПАСА ТОРМОЖЕНИЯ ЛЕБЕДКИ ПОДЪЕМА	1.75
33.	КОЭФФИЦИЕНТ ЗАПАСА ТОРМОЖЕНИЯ ЛЕБЕДКИ(ПРИВОДА) ДЛЯ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ГРУЗОВОЙ ТЕЛЕЖКИ, КН.М	1.25
34.	КОЛИЧЕСТВО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ НА ЛЕБЕДКЕ ПОДЪЕМА	2,00
35.	НОМИНАЛЬНЫЙ МОМЕНТ, РАЗВИВАЕМЫЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ ЛЕБЕДКИ ПОДЪЕМА, КН.М	6.13
36.	КОЭФФИЦИЕНТ ПЕРЕГРУЗКИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ К НОМИНАЛЬНОМУ МОМЕНТУ ПРИ ПОДЪЕМЕ	2.00
37.	МАХОВОЙ МОМЕНТ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ЛЕБЕДКИ ПОДЪЕМА, $Т.М^2$	0.422
38.	КОЭФФИЦИЕНТ ПРИВЕДЕНИЯ МАССЫ ЛЕБЕДКИ(ПРИВОДА) К ОБОДУ БАРАБАНА(ШКИВА) ПРИ РАЗГОНЕ	1.16
39.	КОЭФФИЦИЕНТ ПРИВЕДЕНИЯ МАССЫ ЛЕБЕДКИ(ПРИВОДА) К ОБОДУ БАРАБАНА(ШКИВА) ПРИ ЗАМЕДЛЕНИИ	1.15
40.	УСЛОВНЫЙ МОДУЛЬ УПРУГОСТИ КАНАТА ДВОЙНОЙ СВИВКИ С ОРГАНИЧЕСКИМ СЕРДЕЧНИКОМ, КГ/СМ^2	120000000.00
41.	КОЛИЧЕСТВО ВРАЩАЮЩИХСЯ ОТКЛОНЯЮЩИХ БЛОКОВ	3
42.	КОЛИЧЕСТВО ОТКЛОНЯЮЩИХ БЛОКОВ ПРИ ПЕРЕДВИЖЕНИИ ПРИВОДНЫХ ПОДДЕРЖЕК	6
43.	ПРИВЕДЕННЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ СОПРОТИВЛЕНИЯ ВРАЩЕНИЮ КАТКОВ И РОЛИКОВ ПОДДЕРЖЕК	0.02
44.	ВРЕМЕННОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ РАЗРЫВУ ТЯГОВОГО КАНАТА ДЛЯ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ПРИВОДНЫХ ПОДДЕРЖЕК, МПА	1568
45.	МИНИМАЛЬНО ДОПУСТИМОЕ ЗНАЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЗАПАСА ПРОЧНОСТИ ТЯГОВОГО КАНАТА ДЛЯ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ПРИВОДНЫХ ПОДДЕРЖЕК	4.00
46.	ПРИВЕДЕННЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПРИ ПЕРЕДВИЖЕНИИ ГРУЗОВОЙ ТЕЛЕЖКИ ПО НЕСУЩЕМУ КАНАТУ.	0.02
47.	ВРЕМЕННОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ РАЗРЫВУ ТЯГОВОГО КАНАТА ДЛЯ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ГРУЗОВОЙ ТЕЛЕЖКИ ,МПА	1764
48.	МИНИМАЛЬНО ДОПУСТИМОЕ ЗНАЧЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ЗАПАСА ПРОЧНОСТИ ТЯГОВОГО КАНАТА ДЛЯ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ГРУЗОВОЙ ТЕЛЕЖКИ	4.00
49.	КОЭФФИЦИЕНТ ТРЕНИЯ КАНАТА ПО ОБОДУ КАНАТОВЕДУЩЕГО ШКИВА	0.22
50.	УГОЛ ОБХВАТА КАНАТОМ КАНАТОВЕДУЩЕГО ШКИВА, РАД	4.49
51.	ДИАМЕТР КАНАТОВЕДУЩЕГО ШКИВА ДЛЯ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ГРУЗОВОЙ ТЕЛЕЖКИ, М	1.72
52.	МАССА КАНАТОВЕДУЩЕГО ШКИВА, Т	1.00
53.	ОБЩЕЕ ПЕРЕДАТОЧНОЕ ЧИСЛО ПРИВОДА	8.23
54.	КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ПРИВОДА	0.96
55.	КОЛИЧЕСТВО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ НА ПРИВОДЕ ДЛЯ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ГРУЗОВОЙ ТЕЛЕЖКИ	2.00
56.	НОМИНАЛЬНЫЙ МОМЕНТ, РАЗВИВАЕМЫЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ ПРИВОДА ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ГРУЗОВОЙ ТЕЛЕЖКИ, КН.М	6.13
57.	КОЭФФИЦИЕНТ ПЕРЕГРУЗКИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПРИВОДА	2.00
58.	МАХОВОЙ МОМЕНТ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ ПРИВОДА	0.422
59.	ДЛИНА ГИБКОЙ ПОДВЕСКИ ГРУЗА ПРИ ПЕРЕДВИЖЕНИИ, М	200.00
60.	НАГРУЗКА ОТ ГРУЗОВОЙ ПОДВЕСКИ, КН	31.39
61.	НАИБОЛЬШЕЕ ДОПУСТИМОЕ УСКОРЕНИЕ(ЗАМЕДЛЕНИЕ) ГРУЗОВОЙ ТЕЛЕЖКИ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВАНИИ ГРУЗА НА ГОРИЗОНТАЛЬНОМ УЧАСТКЕ, М/СЕК^2	1.00
62.	НАИБОЛЬШЕЕ ДОПУСТИМОЕ УСКОРЕНИЕ(ЗАМЕДЛЕНИЕ) ЛЕБЕДКИ ПОДЪЕМА, М	1.00
63.	НАИБОЛЬШАЯ ДОПУСТИМАЯ АМПЛИТУДА ГРУЗА НА ГИБКОЙ ПОДВЕСКЕ, М	2.00

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА

РАСЧЕТ НА СТАТИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ

Таблица 2

НАИМЕНОВАНИЕ РАСЧЕТНОЙ ВЕЛИЧИНЫ, ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ	НОМЕР ФОРМУЛЫ	ЗНАЧЕНИЕ
1. СИСТЕМА КАНАТОВ		
1.1. ОБЩИЙ ВЕС ПОДВИЖНОГО ГРУЗА, КН		362.97
1.2. ПРОВЕС В СЕРЕДИНЕ ПРОЛЕТА, М	4.10	65.71
1.3. ПОГОННАЯ НАГРУЗКА СИСТЕМЫ КАНАТОВ, КН/М	4.11	0.71
1.4. ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ СУММАРНОГО НАТЯЖЕНИЯ СИСТЕМЫ КАНАТОВ ПРИ ПОЛОЖЕНИИ РАСЧЕТНОГО ГРУЗА ПОСЕРЕДИНЕ ПРОЛЕТА, КН	4.12	2837.40
1.5. РАВНОМЕРНО РАСПРЕДЕЛЕННАЯ НАГРУЗКА, КН	4.2	706.37
1.6. ВЕРТИКАЛЬНЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ СУММАРНОГО НАТЯЖЕНИЯ СИСТЕМЫ КАНАТОВ ПРИ ПОЛОЖЕНИИ ГРУЗА В СЕРЕДИНЕ ПРОЛЕТА, КН		
НА ОПОРЕ А	4.24	663.41
НА ОПОРЕ В	4.25	465.28
1.7. НАИБОЛЬШЕЕ НАТЯЖЕНИЕ СИСТЕМЫ КАНАТОВ ПРИ ПОЛОЖЕНИИ ГРУЗА В СЕРЕДИНЕ ПРОЛЕТА, КН		
НА ОПОРЕ А	4.34	2913.93
НА ОПОРЕ В	4.33	2875.30
1.8. УГЛЫ ПОДХОДА СИСТЕМЫ КАНАТОВ ПРИ ПОЛОЖЕНИИ ГРУЗА В СЕРЕДИНЕ ПРОЛЕТА, РАД		
НА ОПОРЕ А	4.35	0.23
НА ОПОРЕ В	4.36	0.16
1.9. ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ СИСТЕМЫ КАНАТОВ ПРИ ПОЛОЖЕНИИ ТЕЛЕЖКИ С ГРУЗОМ НА РАССТОЯНИИ X= 50.0 М, КН	4.14	1955.56
1.10. ВЕРТИКАЛЬНЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ НАТЯЖЕНИЯ СИСТЕМЫ КАНАТОВ, КН		
НА ОПОРЕ А, ПРИ X= 50. М	4.24	809.22
НА ОПОРЕ В, ПРИ X= 950. М	4.25	672.66
1.11. СУММАРНОЕ НАТЯЖЕНИЕ СИСТЕМЫ КАНАТОВ, КН		
НА ОПОРЕ А, ПРИ X= 50. М	4.32	2116.38
НА ОПОРЕ В, ПРИ X= 950. М	4.33	2068.02
1.12. УГЛЫ ПОДХОДА СИСТЕМЫ КАНАТОВ, РАД		
НА ОПОРЕ А	4.35	0.39
НА ОПОРЕ В	4.36	0.33
1.13. НАИМЕНЬШЕЕ НАТЯЖЕНИЕ СИСТЕМЫ КАНАТОВ (X=0, P=0), КН	4.14	1633.99
1.14. ВЕРТИКАЛЬНЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ СУММАРНОГО НАТЯЖЕНИЯ СИСТЕМЫ КАНАТОВ, КН		
НА ОПОРЕ А, ПРИ X=1000. М	4.24	425.18
НА ОПОРЕ В, ПРИ X=0. М	4.25	311.08
1.15. СУММАРНОЕ НАТЯЖЕНИЕ СИСТЕМЫ КАНАТОВ, КН		
НА ОПОРЕ А, ПРИ X=1000. М	4.32	1688.40
НА ОПОРЕ В, ПРИ X=0. М	4.33	1663.34
1.16. УГЛЫ ПОДХОДА КАНАТОВ, РАД		
НА ОПОРЕ А	4.35	0.25
НА ОПОРЕ В	4.36	0.19

Продолжение табл.2

НАИМЕНОВАНИЕ РАСЧЕТНОЙ ВЕЛИЧИНЫ, ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ		НОМЕР ФОРМУЛЫ	ЗНАЧЕНИЕ
	2. НЕСУЩИЙ КАНАТ		
2.1.	НАИБОЛЬШЕЕ НАТЯЖЕНИЕ В НЕСУЩЕМ КАНАТЕ,КН	5.1	1276.08
2.2.	ДИАМЕТР НЕСУЩЕГО КАНАТА,ММ		70.00
2.3.	РАСЧЕТНАЯ ПЛОЩАДЬ ВСЕХ ПРОВОЛОК,ММ**2		3231.84
2.4.	МАССА ОДНОГО МЕТРА,КГ		27.67
2.5.	ВРЕМЕННОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ РАЗРЫВУ,МПА		1372
2.6.	РАЗРЫВНОЕ УСИЛИЕ,РН СУММАРНОЕ ВСЕХ ПРОВОЛОК,КН	5.2	4429.60
2.7.	ЗАПАС ПРОЧНОСТИ НЕСУЩЕГО КАНАТА	5.2	3.12
2.8.	ПЕРВОНАЧАЛЬНОЕ НАТЯЖЕНИЕ НЕСУЩЕГО КАНАТА ПРИ ЕГО МОНТАЖЕ,КН	5.4	612.85
2.9.	ДЛИНА НЕСУЩЕГО КАНАТА ПРИ ПОЛОЖЕНИИ ГРУЗА В СЕРЕДИНЕ ПРОЛЕТА,М	5.3	1009.98
2.10.	МОНТАЖНЫЙ ПРОВЕС НЕСУЩЕГО КАНАТА,М	5.5	55.34
2.11.	ДЛИНА НЕСУЩЕГО КАНАТА ПРИ МОНТАЖЕ,М	5.6	1008.76
2.12.	ОТРЕЗАННАЯ ДЛИНА НЕСУЩЕГО КАНАТА ПЕРЕД МОНТАЖЕМ,М	5.7	1007.61
	3. ПОДЪЕМНЫЙ КАНАТ		
3.1.	НАИБОЛЬШЕЕ СТАТИЧЕСКОЕ НАТЯЖЕНИЕ В ПОДЪЕМНОМ КАНАТЕ,КН	5.8	87.70
3.2.	ДИАМЕТР ПОДЪЕМНОГО КАНАТА,ММ		29.00
3.3.	РАСЧЕТНАЯ ПЛОЩАДЬ ВСЕХ ПРОВОЛОК,ММ**2		325.42
3.4.	МАССА ОДНОГО МЕТРА,КГ		3.28
3.5.	ВРЕМЕННОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ РАЗРЫВУ,МПА		1666
3.6.	РАЗРЫВНОЕ УСИЛИЕ КАНАТА В ЦЕЛОМ,КН		444.00
3.7.	ЗАПАС ПРОЧНОСТИ ПОДЪЕМНОГО КАНАТА	5.9	5.08
	4. ПОДДЕРЖКИ И ТЯГОВЫЕ КАНАТЫ ДЛЯ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ПОДДЕРЖЕК		
4.1.	ДАВЛЕНИЕ НА КАЖДУЮ ПАРУ ПОДДЕРЖЕК ОТ РАБОЧИХ КАНАТОВ,КН	5.22	3.94
4.2.	ОБЩЕЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ ПЕРЕДВИЖЕНИЮ ОДНОЙ ПАРЫ ПОДДЕРЖЕК НА РАССТОЯНИИ X=50. М ОТ ОПОРЫ А,КН	5.23	4.07
4.3.	НАТЯЖЕНИЕ КАНАТА СО СТОРОНЫ НАТЯЖНОГО УСТРОЙСТВА,КН	5.25	2.99
4.4.	НАИБОЛЬШЕЕ НАТЯЖЕНИЕ В ПРИВОДНОМ КАНАТЕ,КН	5.26	13.87
4.5.	ДИАМЕТР ТЯГОВОГО КАНАТА,ММ		11.00
4.6.	РАСЧЕТНАЯ ПЛОЩАДЬ ВСЕХ ПРОВОЛОК,ММ**2		47.19
4.7.	МАССА ОДНОГО МЕТРА,КГ		0.46
4.8.	ВРЕМЕННОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ РАЗРЫВУ,МПА		1568
4.9.	РАЗРЫВНОЕ УСИЛИЕ КАНАТА В ЦЕЛОМ,КН		62.85
4.10.	ЗАПАС ПРОЧНОСТИ ТЯГОВОГО КАНАТА	5.27	4.53
4.11.	ОКРУЖНОЕ УСИЛИЕ НА ПРИВОДНОМ БЛОКЕ,РН	5.28	11.07
4.12.	МАКСИМАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ РАБОЧИХ КАНАТОВ НА ПОДДЕРЖКУ ПРИ МОНТАЖЕ,КН		27.38
4.13.	МАКСИМАЛЬНОЕ ДОПУСТИМОЕ РАССТОЯНИЕ МЕЖДУ ПОДДЕРЖКАМИ,М	5.30	128.49

Продолжение табл.2

НАИМЕНОВАНИЕ РАСЧЕТНОЙ ВЕЛИЧИНЫ, ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ	НОМЕР ФОРМУЛЫ	ЗНАЧЕНИЕ
5. ТЯГОВЫЙ КАНАТ ДЛЯ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ГРУЗОВОЙ ТЕЛЕЖКИ		
5.1. УГОЛ ПОДЪЕМА ТЕЛЕЖКИ НА РАССТОЯНИИ X=50. М ОТ ОПОРЫ А, РАД	4.16	0.28
5.2. СОПРОТИВЛЕНИЕ ПЕРЕДВИЖЕНИЮ ГРУЗОВОЙ ТЕЛЕЖКИ ПРИ ПОДХОДЕ К ОПОРЕ А НА РАССТОЯНИЕ X=50. М, КН	5.11	148.54
5.3. НАТЯЖЕНИЕ СБЕГАЮЩЕЙ ВЕТВИ ТЯГОВОГО КАНАТА, КН	5.12	68.23
5.4. НАИБОЛЬШЕЕ НАТЯЖЕНИЕ ТЯГОВОГО КАНАТА, КН	5.14	142.50
5.5. ДИАМЕТР ТЯГОВОГО КАНАТА, ММ		32.00
5.6. РАСЧЕТНАЯ ПЛОЩАДЬ ВСЕХ ПРОВОЛОК, ММ**2		393.06
5.7. МАССА ОДНОГО МЕТРА, КГ		3.85
5.8. ВРЕМЕННОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ РАЗРЫВУ, МПА		1764
5.9. РАЗРЫВНОЕ УСИЛИЕ КАНАТА В ЦЕЛОМ, КН		573.00
5.10. ЗАПАС ПРОЧНОСТИ ТЯГОВОГО КАНАТА	5.15	4.02

РАСЧЕТ НА ДИНАМИЧЕСКИЕ НАГРУЗКИ Таблица 3

НАИМЕНОВАНИЕ РАСЧЕТНОЙ ВЕЛИЧИНЫ, ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ	НОМЕР ФОРМУЛЫ	ЗНАЧЕНИЕ
6. РАСЧЕТ КАНАТОВ ПРИ ПОДЪЕМЕ С УЧЕТОМ ДИНАМИКИ		
6.1. ПРИВЕДЕННАЯ МАССА СИСТЕМЫ КАНАТОВ,Т	6.1	38.40
6.2. МАССА ЛЕБЕДКИ,ПРИВЕДЕННАЯ К ОБОДУ БАРАБАНА: ПРИ ПОДЪЕМЕ,Т	6.2	26.61
ПРИ ТОРМОЖЕНИИ,Т	6.3	31.83
6.3. КОЭФФИЦИЕНТ ПРИВЕДЕННОЙ ЖЕСТКОСТИ СИСТЕМЫ КАНАТОВ,КН М	6.5	57.34
6.4. КОЭФФИЦИЕНТ ДВУХ ПАРАЛЕЛЬНЫХ ВЕТВЕЙ ПОДЪЕМНОГО КАНАТА,КН М	6.6	85.70
6.6. НАИБОЛЬШИЙ МОМЕНТ,РАЗВИВАЕМЫЙ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ НА ВАЛУ БАРАБАНА,КН.М		181.80
6.6. НАИБОЛЬШЕЕ ОКРУЖНОЕ УСИЛИЕ,РАЗВИВАЕМОЕ ДВУМЯ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯМИ НА ОБОДЕ БАРАБАНА,КН		227.26
6.7. НАИБОЛЬШЕЕ УСИЛИЕ В ПОДЪЕМНОМ КАНАТЕ ПРИ РАЗГОНЕ С УЧЕТОМ ДИНАМИКИ,КН	6.16	124.93
6.8. ЗАПАС ПРОЧНОСТИ ПОДЪЕМНОГО КАНАТА С УЧЕТОМ ДИНАМИКИ	5.9	4.17
6.9. УСИЛИЕ В ПОДЪЕМНОМ КАНАТЕ ПРИ ОГРАНИЧЕНИИ УСКОРЕНИЯ ДО 1 М С**2,КН	6.16	90.65
6.10. ЗАПАС ПРОЧНОСТИ ПОДЪЕМНОГО КАНАТА ПРИ РАЗГОНЕ С УСКОРЕНИЕМ 1 М/С**2	5.9	5.44
6.11. УСИЛИЕ В ПОДЪЕМНОМ КАНАТЕ ПРИ ОПУСКАНИИ,КН		69.59
6.12. УСИЛИЕ НА БАРАБАНЕ ПРИ ЭКСТРЕННОМ ТОРМОЖЕНИИ С КОЭФФИЦИЕНТОМ ЗАПАСА ТОРМОЖЕНИЯ 1.75 ! Н		121.73
6.13. УСИЛИЕ В ПОДЪЕМНОМ КАНАТЕ ПРИ ЭКСТРЕННОМ ТОРМОЖЕНИИ,КН	6.18	81.35
6.14. НАИБОЛЬШАЯ ПРИВЕДЕННАЯ НАГРУЗКА НА СИСТЕМУ КАНАТОВ ПРИ ПОДЪЕМЕ С УЧЕТОМ ДИНАМИКИ,КН	6.19	835.93
6.15. НАИБОЛЬШАЯ ГОРИЗОНТАЛЬНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ НАТЯЖЕНИЯ СИСТЕМЫ КАНАТОВ ПРИ ПОЛОЖЕНИИ ГРУЗА ПОСЕРЕДИНЕ ПРОЛЕТА ПРИ РАЗГОНЕ ВО ВРЕМЯ ПОДЪЕМА,КН	5.23	3398.99
6.16. ВЕРТИКАЛЬНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ НАТЯЖЕНИЯ СИСТЕМЫ КАНАТОВ НА ОПОРЕ А,КН	6.24	751.78
6.17. НАИБОЛЬШЕЕ НАТЯЖЕНИЕ СИСТЕМЫ КАНАТОВ НА ОПОРЕ А,КН	6.25	3481.14
6.18. НАИБОЛЬШЕЕ НАТЯЖЕНИЕ НЕСУЩЕГО КАНАТА С УЧЕТОМ ДИНАМИКИ,КН	6.26	1522.35
6.19. ЗАПАС ПРОЧНОСТИ НЕСУЩЕГО КАНАТА С УЧЕТОМ ДИНАМИКИ	5.27	2.6[illegible]
6.20. НИЗКАЯ ЧАСТОТА СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ СИСТЕМЫ КАНАТОВ ПРИ РАЗГОНЕ С БЕТОННОЙ СМЕСИ,1/С	6.19	[illegible]
6.21. ПЕРИОД СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ СИСТЕМЫ КАНАТОВ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ,С	6.11	[illegible]
6.22. МИНИМАЛЬНОЕ ВРЕМЯ РАЗГРУЗКИ,С	6.11	[illegible]
7. РАСЧЕТ КАНАТОВ ПРИ ПЕРЕДВИЖЕНИИ [illegible]		
7.1. ОКРУЖНОЕ УСИЛИЕ,РАЗВИВАЕМОЕ ДВУМЯ ДВИГАТЕЛЯМИ НА ОБОДЕ КАНАТОВЕДУЩЕГО [illegible]		

Продолжение табл.3

	НАИМЕНОВАНИЕ РАСЧЕТНОЙ ВЕЛИЧИНЫ, ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ	НОМЕР ФОРМУЛЫ	ЗНАЧЕНИЕ
7.2.	МАССА ПРИВОДА, ПРИВЕДЕННАЯ К ОБОДУ КАНАТОВЕДУЩЕГО ШКИВА-ПРИВОДА ПРИ РАЗГОНЕ, Т	6.2	22.17
7.3.	МАССА ПРИВОДА, ПРИВЕДЕННАЯ К ОБОДУ КАНАТОВЕДУЩЕГО ШКИВА-ПРИВОДА ПРИ ТОРМОЖЕНИИ, Т	6.3	26.69
7.4.	ПРИВЕДЕННАЯ МАССА ГРУЗОВЫХ ТЕЛЕЖЕК И ТЯГОВЫХ КАНАТОВ ГРУЗОВОЙ ТЕЛЕЖКИ И ПОДДЕРЖЕК, Т	6.4	10.44
7.5.	КОЭФФИЦИЕНТ ЖЕСТКОСТИ ГОЛОВНЫХ ТЯГОВЫХ КАНАТОВ ПРИ ПОЛОЖЕНИИ ГРУЗОВЫХ ТЕЛЕЖЕК НА РАССТОЯНИИ 50, М ОТ ОПОРЫ А, КН/М	6.6	1714.00
7.6.	КОЭФФИЦИЕНТ ЖЕСТКОСТИ ХВОСТОВЫХ ТЯГОВЫХ КАНАТОВ ПРИ ПОЛОЖЕНИИ ГРУЗОВЫХ ТЕЛЕЖЕК НА РАССТОЯНИИ 50, М ОТ ОПОРЫ А, КН/М	6.6	43.95
7.7.	КОЭФФИЦИЕНТ ЖЕСТКОСТИ ГОЛОВНЫХ ТЯГОВЫХ КАНАТОВ ПРИ ПОЛОЖЕНИИ ГРУЗОВЫХ ТЕЛЕЖЕК ПОСЕРЕДИНЕ ПРОЛЕТА, КН/М	6.6	171.40
7.8.	КОЭФФИЦИЕНТ ЖЕСТКОСТИ ХВОСТОВЫХ ТЯГОВЫХ КАНАТОВ ПРИ ПОЛОЖЕНИИ ГРУЗОВЫХ ТЕЛЕЖЕК ПОСЕРЕДИНЕ ПРОЛЕТА, КН/М	6.6	57.13
7.9.	НАИБОЛЬШЕЕ НАТЯЖЕНИЕ ГОЛОВНОГО ТЯГОВОГО КАНАТА ПРИ ПОЛОЖЕНИИ ГРУЗОВОЙ ТЕЛЕЖКИ НА РАССТОЯНИИ 50, М ОТ ОПОРЫ А, ГН	6.36	222.99
7.10.	НАТЯЖЕНИЯ ХВОСТОВОГО ТЯГОВОГО КАНАТА ПРИ ПОЛОЖЕНИИ ГРУЗОВОЙ ТЕЛЕЖКИ НА РАССТОЯНИИ 50, М ОТ ОПОРЫ А, КН	6.37	66.24
7.11.	ЗАПАС ПРОЧНОСТИ ГОЛОВНОГО ТЯГОВОГО КАНАТА ГРУЗОВОЙ ТЕЛЕЖКИ	5.15	2.57
7.12.	НАИБОЛЬШЕЕ УСКОРЕНИЕ ГРУЗОВОЙ ТЕЛЕЖКИ С ГРУЗОМ, М/С**2	6.46	1.94
7.13.	НАИБОЛЬШАЯ АМПЛИТУДА КОЛЕБАНИЙ ГРУЗА НА ГИБКОЙ ПОДВЕСКЕ, М	6.48	9.99
7.14.	КОЭФФИЦИЕНТ ЖЕСТКОСТИ ГИБКОЙ ПОДВЕСКИ ГРУЗА, КН/М	6.7	1.57
7.15.	НАИБОЛЬШЕЕ ДОПУСТИМОЕ УСКОРЕНИЕ (ЗАМЕДЛЕНИЕ) ПРИ ЗАДАННОЙ АМПЛИТУДЕ КОЛЕБАНИЙ 2,0 М, М/С**2	6.42	0.39
7.16.	ОКРУЖНОЕ УСИЛИЕ НА ПРИВОДЕ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВАНИИ ГРУЗА НА КОРОТКИХ КАНАТАХ С ЗАДАННЫМ УСКОРЕНИЕМ (ЗАМЕДЛЕНИЕМ) 1,0 М/С**2, КН	6.40	183.27
7.17.	НАТЯЖЕНИЕ ГОЛОВНОГО ТЯГОВОГО КАНАТА ПРИ ЗАДАННОМ УСКОРЕНИИ 1,0 М/С**2, КН	6.36	184.06
7.18.	ЗАПАС ПРОЧНОСТИ ГОЛОВНОГО ТЯГОВОГО КАНАТА ПРИ ЗАДАННОМ УСКОРЕНИИ 1,0 М/С**2 И ПОЛОЖЕНИИ ГРУЗОВОЙ ТЕЛЕЖКИ НА РАССТОЯНИИ 50, М ОТ ОПОРЫ А	5.15	3.12
7.19.	КОЭФФИЦИЕНТ СЦЕПЛЕНИЯ ТЯГОВОГО КАНАТА С КАНАТОВЕДУЩИМ ШКИВОМ-ПРИВОДОМ	5.12	1.23

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

Рекомендуемое

Параметры кабельных кранов

1. Грузоподъемность крана следует принимать по ряду: 1; 1,6; 2,5; 3,2; 4,0; 5,0; 6,3; 8,0; 10,0; 12,5; 16; 25; 32; 40; 50 т.

2. Для кранов, устанавливаемых на свободной площадке, величину пролета следует принимать по ряду: 100; 110; 125; 140; 160; 180; 200; 220; 250; 280; 320; 360; 400; 450; 500; 560; 630; 710; 800; 900; 1000; 1120; 1250; 1600 м.

3. Высоту опор следует принимать по ряду: 5; 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 25; 28; 32; 36; 40; 45; 50; 56; 63; 71; 80; 90; 100 м.

4. Скорость движения грузовой тележки следует принимать по ряду: 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,6; 2,0; 2,5; 3,2; 4; 5; 6; 8; 10; 12 м/с.

5. Скорость подъема груза следует принимать по ряду: 0,1; 0,12; 0,16; 0,2; 0,25; 0,32; 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0; 1,0; 1,2; 1,6; 2,0; 2,5; 3,2; 4,0; 5,0; 6,3 м/с.

6. Скорость движения опоры следует принимать по ряду: 0,1; 0,12; 0,16; 0,2; 0,25; 0,32; 0,4; 0,5 м/с.

7. Диаметры роликов следует принимать по ряду: 80; 100; 125; 160; 200; 250; 320; 400 мм.

8. Диаметры барабанов канатоведущих шкивов и блоков следует принимать по ряду: 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2500 мм.

9. Диаметры ходовых колес грузовой тележки следует принимать по ряду: 400; 500; 630; 800 мм.

ПЕРЕЧЕНЬ

ДОКУМЕНТОВ,НА КОТОРЫЕ ИМЕЮТСЯ ССЫЛКИ В РТМ

Обозначение документов	Номер пункта РТМ	Обозначение документа	Номер пункта РТМ
ГОСТ 977-75	7.I0.4;7.I0.7		
ГОСТ I050-74	7.I0.7		
ГОСТ I45I-77	9.22;9.23;9.25		
ГОСТ 2I05-75	7.6I		
ГОСТ 2688-80	5.2.I;5.3.I;5.4.I; 5.5.I		
ГОСТ 3063-80	5.6.I;5.7.4		
ГОСТ 3064-80	5.6.I;5.7.4		
ГОСТ 3065-80	5.6.I;5.7.4		
ГОСТ 3066-80	5.6.I;5.7.4		
ГОСТ 3067-74	5.I.I;5.6.I;5.7.4		
ГОСТ 3068-74	5.I.I;5.6.I;5.7.4		
ГОСТ 3077-80	5.3.I;5.4.I		
ГОСТ 3079-80	5.2.I;5.3.I;5.4.I		
ГОСТ 3088-80	5.I.I;5.6.I;5.7.4		
ГОСТ 3090-73	5.6.I;5.7.4		
ГОСТ 4I2I-76	7.I0.4		
ГОСТ 6627-74	7.6.I		
ГОСТ 7173-74	7.I0.4		
ГОСТ 7665-80	5.2.I;5.3.I;5.4.I		
ГОСТ 7667-80	5.2.I;5.5.I		
ГОСТ 7668-80	5.2.I;5.3.I;5.4.I; 5.5.I		
ГОСТ 7669-80	5.5.I		
ГОСТ 7670-80	5.2.I;5.3.I;5.4.I		
ГОСТ 7675-73	5.I.I;5.6.I;5.7.4		
ГОСТ 7676-73	5.I.I;5.6.I;5.7.4		

Продолжение перечня

Обозначение документов	Номер пункта РТМ	Обозначение документов	Номер пункта РТМ
ГОСТ 10506-76	5.1.1;5.6.1;5.7.4	Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов, Металлургия, М., 1970	7.8.13
ГОСТ 12840-80	7.6.2		
ГОСТ 16853-71	5.3.1		
ГОСТ 18900-73	5.6.1;5.7.4	Правила устройства электроустановок (ПУЭ), Энергоиздат, М., 1977	8.1;8.2
ГОСТ 18901-73	5.1.1;5.7.4		
ГОСТ 18902-73	5.1.1;5.6.1;5.7.4		
ГОСТ 21354-75	7.11.1		
ГОСТ 22338-77	7.10.4		
ГОСТ 25835-83	1.2		
ГОСТ 12.2.069-81	4.21		
ОСТ 24.090.42-78	7.1.2		
ОСТ 24.090.44-82	7.10.4		
СТ СЭВ 723-77	Приложение 2, табл.1		
РТМ 24.001.03-73	Приложение 2, табл.1		
РТМ 24.090.12-76	7.11.1		
РТМ 24.090.15-76	7.11.1		
РТМ 24.090.16-76	7.11.1		
РТМ 24.090.17-76	7.11.1		
РТМ 24.090.18-26	7.11.1		
РТМ 24.090.19-76	7.8.14;7.11.1		
РТМ 24.090.21-76	7.8.4;7.11.1;9.33		
РТМ 24.090.33-77	7.11.1		
СНиП П-4-79	8.1		
СНиП П-6-74	9.27;9.29;9.30;9.34		
СНиП П-23-81	1.5		
СНиП П-26-72	9.28;9.31		
СН-305	8.1		
СН-357-66	8.1		
СН-352-76	8.1		

СОДЕРЖАНИЕ

1.Общие требования..... I.
2.Выбор параметров и определение производительности..... 2
3.Система канатов..... 5
4.Статический расчет канатной системы.....II
5.Выбор канатов.....22
5.I.Несущий канат.....22
5.2.Подъемный канат.....23
5.3.Тяговый канат для передвижения грузовой тележки.32
5.4.Тяговый канат для передвижения поддержек.....39
5.5.Тяговый канат для передвижения опор.....4I
5.6.Канат для подвески электрокабелей.....43
5.7.Канат оттяжек мачт.....44
6.Динамический расчет канатов.....46
6.I.Общие положения.....46
6.2.Динамика несущего и подъемного канатов.....48
6.3.Динамика тягового каната.....53
7.Требования к механическому оборудованию.....57
7.I.Муфты для крепления несущего каната.....57
7.2.Якорные устройства несущего каната.....58
7.3.Натяжное устройство для регулирования длины несущего каната.....59
7.4.Крепления подъемного,тягового и других канатов.....60
7.5.Блоки.....60
7.6.Крюковые подвески.....6I
7.7.Грейферы.....6I
7.8.Лебедки и приводы.....6I

7.9. Грузовые тележки 65
7.10. Устройство для передвижения опор 67
7.11. Узлы и детали механизмов 71
7.12. Приборы и указатели 71
8. Требования к электрическому оборудованию, связи, сигнализации и освещению 72
9. Требования к стальным конструкциям опор 78
10. Требования к подкрановым путям 84
11. Расчет канатной системы кабельного крана с использованием ЭЦВМ 88
Приложение 1. Обозначения основных расчетных величин 91
Приложение 2. Термины и их определения 93
Приложение 3. Таблицы для расчета канатов кабельного крана на ЭЦВМ 102
Приложение 4. Пример расчета канатов кабельного крана на ЭЦВМ 106
Приложение 5. Параметры кабельных кранов 113
Перечень документов, на которые имеются ссылки в РТМ 114

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Порядковый номер	Номер листов (страниц)				Дата и номер указания об утверждении	Подпись	Дата	Срок введения
	измененных	замененных	новых	аннулированных				

gost.e-ecolog.ru