

КРАНЫ КАБЕЛЬНЫЕ

Нормы расчета и проектирования

РТМ 24.090.34-85

Издание официальное

УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН в действие Министерства тяжелого и
транспортного машиностроения от 17.01.85 г. NBA-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

РУКОВОДЯЩИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ

КРАНЫ КАБЕЛЬНЫЕ	РТМ 24.090.34- 85
	Взамен
Ножи расчета и проектирования	РТМ 24.090.34-77

Указанием Министерства тяжелого и транспортного машино-
строения 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 даль-
нейшем краны).

РТМ обязателен для предприятий и организаций Минтяжмаш.

1. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

1.1. Условные обозначения основных расчетных величин, при-
нятые 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.

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.

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

1.4. Расчет канатов и механического оборудования производится по методу допускаемых напряжений.

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

2. ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

2.1. РТМ устанавливает нормы расчета для кранов грузоподъемностью 1...50 т и величиной пролетов 100...1600 м.

2.2. Для крана, устанавливаемых на свободной площадке, величину пролета следует принимать кратную 10 м; в условиях стесненных строений или в горной местности допускается принимать величину пролета кратную 1 м.

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. пов. 24 и 25 приложения 2), рекомендуется выполнять по принципу геометрического подобия.

2.5. Скорость движения грузовой тележки следует принимать в пределах $2,0 \dots 12,5$ м/с в зависимости от величины пролета из расчета 1 м/с на каждые 100 м длины пролета и при соблюдении рационального соотношения скоростей подъема и передвижения, определяемого по формуле (2.1).

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 1 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 $1,0 \dots 6,3$ м/с. При необходимости следует предусматривать малые посадочные скорости $0,1 \dots 0,3$ м/с для кранов, работающих на монтаже металлоконструкций и оборудования.

2.9. Ускорения и замедления при подъеме или опускании груза следует принимать не более 1 м/с.

2.10. Скорость движения опор крана следует принимать:

для опор, передвигающихся по вьетонным путям - $0,25 \dots 0,5$ м/с;

для опор, передвигающихся по шпальным путям - $0,1 \dots 0,15$ м/с;

для опор в виде якорных тележек (см. п. 2.7; 2.8 приложения 2), передвигающихся по металлическим эстакадам - 0,1 м/с.

2.11. Соотношение скоростей опускания V_c (подъема V_r) и передвижения груза V_d следует принимать равным отношению путей перемещения груза по высоте l_h и пролету l_d для расчетного цикла крана, т.е.

$$\frac{V_c}{V_d} \approx \frac{l_h}{l_d}. \quad (2.1)$$

2.12. При применении регулируемого электропривода рекомендуется:

соотношение скоростей подъема V_r и опускания груза V_c

$$\frac{V_c}{V_r} \approx \frac{1}{\eta_r}; \quad (2.2)$$

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

$$\frac{V_o}{V_r} \leq \frac{P_r}{P_o} \leq \frac{n_{max}}{n_{ном}}; \quad (2.3)$$

соотношение скоростей передвижения грузовой тележки с грузом V_d и без груза V_t

$$\frac{V_t}{V_d} \leq \frac{P}{P_r} \leq \frac{n_{max}}{n_{ном}}, \quad (2.4)$$

где η_r - к.п.д. механизма подъема;

n_{max} - максимальная частота вращения электродвигателя;

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

2.13. Рабочий цикл кранового (кобельного) крана t_d состоит из машинных и ручных операций. Продолжительность ручных операций t_p (загрузки и разгрузки бады, 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.

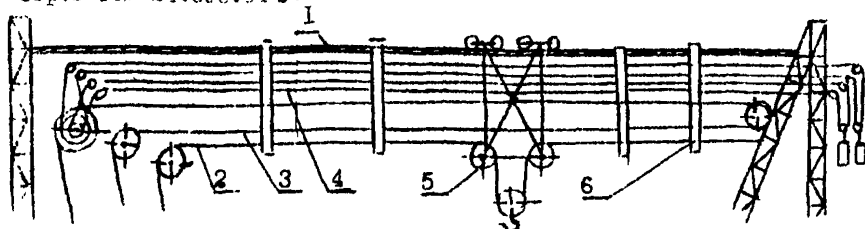
Система канатов с приводными поддержками приведена на черт. 1, с неподвижными открытыми поддержками - на черт. 2.

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.

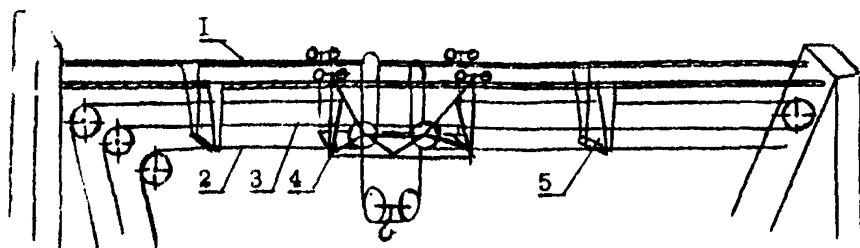
3.4. При применении параллельных кабельных кранов встаканного типа рекомендуется принимать систему канатов по черт. 4, которая позволяет располагать машинное отделение вне опор стационарно.

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



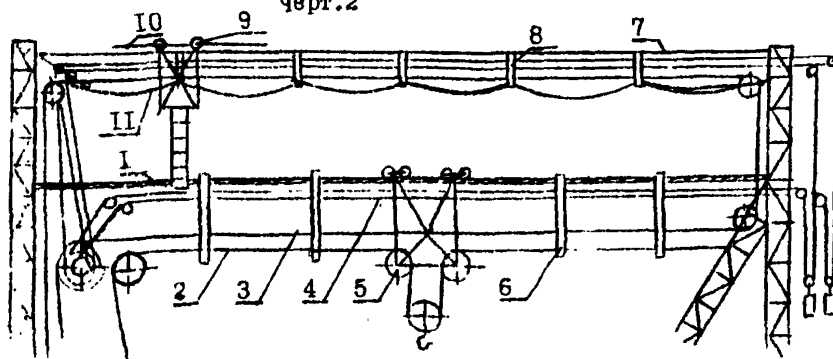
1-несущий канат; 2-подъемный канат; 3-тяговый канат для передвижения грузовой тележки; 4-тяговый канат для передвижения поддержки; 5-грузовая тележка; 6-поддержка приводная.

Черт.1



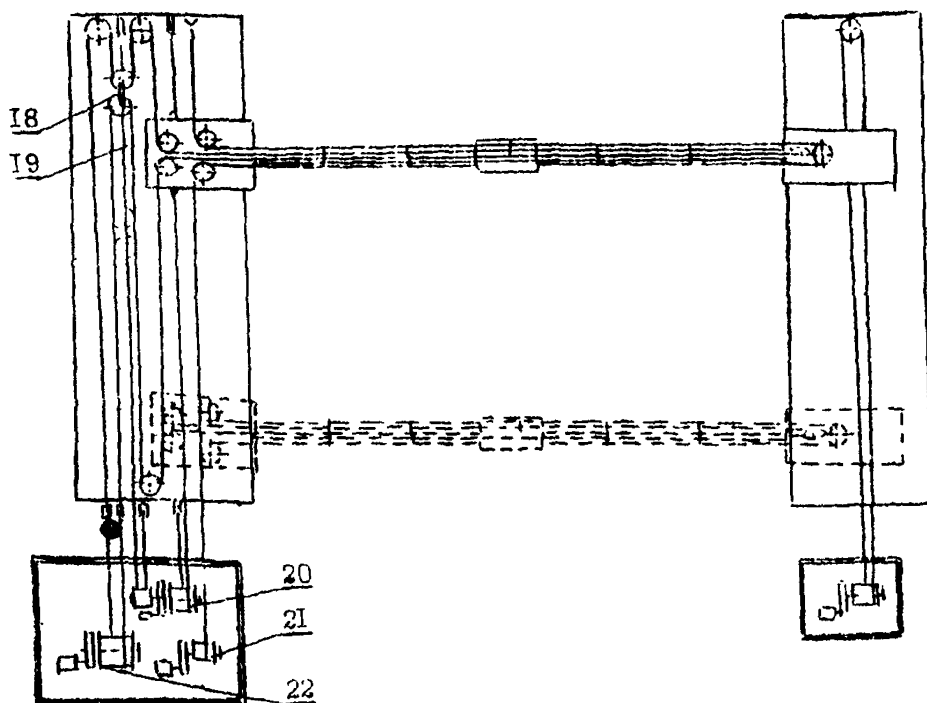
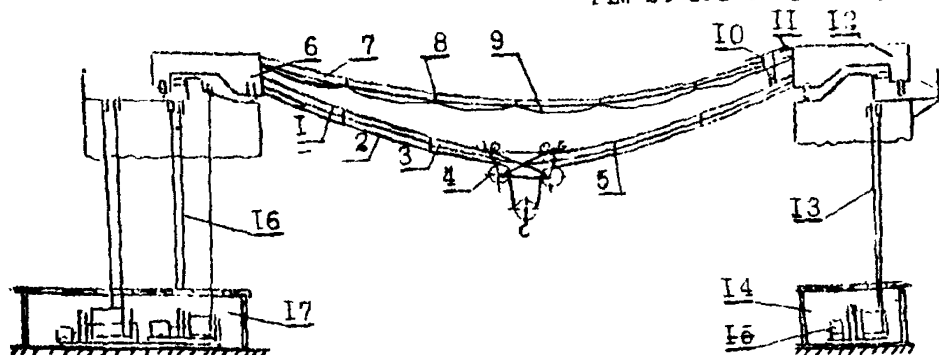
1-несущий канат; 2-подъемный канат; 3-тяговый канат для передвижения грузовой тележки; 4-грузовая тележка; 5-поддержка подвижная открытая

Черт.2

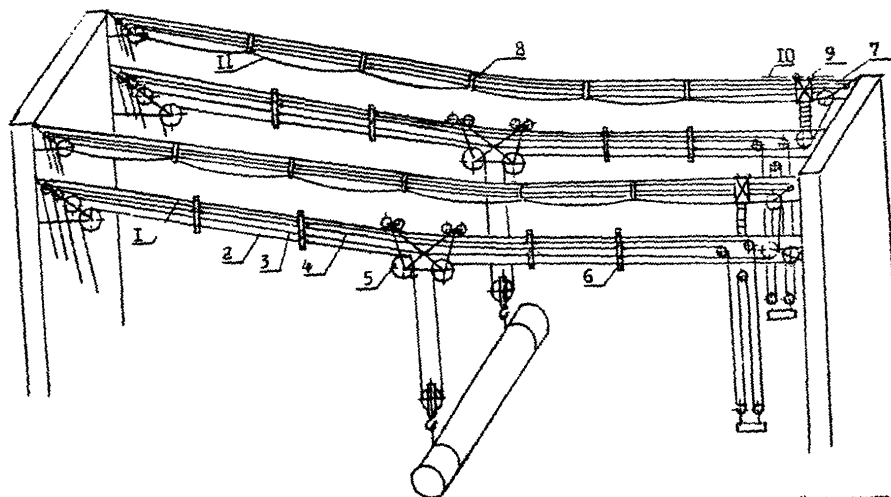


1-несущий канат; 2-подъемный канат; 3-тяговый канат для передвижения грузовой тележки; 4-тяговый канат для передвижения поддержки; 5-грузовая тележка; 6-поддержка приводная; 8-неподвижная закрытая; 9-ремонтная тележка; 10-тяговый канат для передвижения ремонтной тележки; 11-электрокибель

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 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 тележки; 21-подъемная лебедка; 22-лебедка для передвижения грузовой тележки



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



Черт.6



Черт.7



Черт.8

4. СТАТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КАНАТНОЙ СИСТЕМЫ

4.1. Канатная система рассчитывается на воздействие равномерно распределенной нагрузки от канатов - Q , подвешенной сосредоточенной нагрузки - P от грузовой тележки с грузом - g от подвижных или неподвижных подвешек - p .

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

Таблица 2

Наименование расчетной величины	Назначения каната			
	несущий	подъемный	тазовый для передвижения	
			грузовой тележки	подвешек
Натяжение, кН	T_H	T_T	T_D	T_P
Горизонтальная составляющая натяжения, кН	H_H	H_T	H_D	H_P
Вертикальная составляющая натяжения, кН	V_H	V_T	V_D	V_P
Сила тяжести одного метра каната, кН/м	Q_H	Q_T	Q_D	Q_P
Количество ветвей каната в пролете	n_H	n_T	n_D	n_P
Коэффициент запаса прочности каната	K_H	K_T	K_D	K_P

4.3. Равномерно распределенная нагрузка в кН определяется по формуле:

для крана с приводными подвешками

$$G = \frac{l}{\cos \beta} \sum q = \frac{l}{\cos \beta} (n_H q_H + n_T q_T + n_D q_D + n_P q_P); (4.1)$$

для крана с неподвижными supports

$$G = \frac{l}{\cos \beta} \sum q = \frac{l}{\cos \beta} (n_H q_H + n_r q_r + n_D q_D), \quad (4.2)$$

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 supports

$$G_p = \frac{l}{\cos \beta} \sum q_p = \frac{l}{\cos \beta} (n_r q_r + n_D q_D + n_n q_n); \quad (4.3)$$

крана с неподвижными supports

$$G_p = \frac{l}{\cos \beta} \sum q_p = \frac{l}{\cos \beta} (n_r q_r + n_D q_D). \quad (4.4)$$

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

крана с приводными supports

$$\sum H_x = n_H H_{Hx} + n_r H_r + n_D H_D + n_n H_n; \quad (4.5)$$

крана с неподвижными supports

$$\sum H_x = n_H H_{Hx} + n_r H_r + n_D H_D. \quad (4.6)$$

4.6. Горизонтальная составляющая общего натяжения рабочих канатов:

крана с приводными supports

$$\sum H_p = n_r H_r + n_D H_D + n_n H_n; \quad (4.7)$$

крана с неподвижными supports

$$\sum H_p = n_r H_r + n_D H_D. \quad (4.8)$$

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

$$f_{e/2} = (0,03 \dots 0,08) l. \quad (4.9)$$

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

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

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

где n - число пар опор;

γ - коэффициент пропорциональности;

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

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

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

4.10. Основным параметром канатной системы - горизонтальная составляющая суммарного натяжения канатов системы в кН - при положении расчетного груза посредине пролета находится по формуле

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

где P - сосредоточенная подвижная нагрузка, кН;

P - нагрузка от одной опоры, 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,

$$(\sum H_n)^3 + (\sum H_n)^2 \left[E_n \eta_n F_n \left[\frac{R_{n2} \cos^5 \beta}{2 (\sum H_{n2})^2} \pm \epsilon (t^0 - t_1^0) \cos \beta \right] - \eta_n H_{n/2} - \sum H_{pi} \right] - \frac{E_n \eta_n F_n R_{n1} \cos^5 \beta}{2} = 0, \quad (4.13)$$

где $E_n = 16 \cdot 10^3$ кПа - условный модуль упругости закрытого несущего каната;

F_n - площадь металлического сечения несущего каната, м²;

$t^0 - t_1^0$ - абсолютная разность температур для двух рассматриваемых случаев, принимается со знаком +, если $t^0 < t_1^0$ и минус, если $t^0 > t_1^0$;

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

$\sum H_n$ - сумма горизонтальных натяжений рабочих канатов, соответствующая новому состоянию загрузки, кН;

R_{n2} и R_{n1} - факторы, зависящие от загрузки системы канатов соответственно для расчетного и нового состояния загрузки, значения которых для кранов с приводными и неподвижными supports приведены в табл.3, кН².

4.12. При положении расчетного груза P на расстоянии x от опоры $\sum H_x$ определяется из уравнения

$$(\sum H_x)^3 + (\sum H_x)^2 \left[E_n \eta_n F_n \left[\frac{R_{n2} \cos^5 \beta}{2 (\sum H_{n2})^2} \pm \epsilon (t^0 - t_1^0) \cos \beta \right] - \sum H_{n2} \right] - \frac{E_n \eta_n F_n R_{n1} \cos^5 \beta}{2} = 0. \quad (4.14)$$

4.13. Провес системы канатов^{в м} под грузом при положении его на расстоянии x от опоры А

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

4.14. Угол подъема в рад тележки с грузом P на расстоянии x от опоры А

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

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

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

Значение расчетных величин, характеризующих
загрузку канатной системы

Схема загрузки	Значения R , кН ²	№ формулы
Кран с приводными supports		
	$R_{nx} = \left[P(P+2np+G) + np(np + \frac{2}{3}G) \right] \frac{l-x}{l^2} x + \frac{(np+G)^2}{12}$	4.18
	$R_{n/l2} = \frac{P}{4} (P+2np+G) + \frac{(2np+G)^2}{12}$	4.19
	$R_{no} = \frac{(np+G)^2}{12}$	4.20
Кран с неподвижными supports		
	$R_{nx} = P(P+2np+G) \frac{l-x}{l^2} x + \frac{(2np+G)^2}{12}$	4.21
	$R_{n/l2} = \frac{P}{4} (P+2np+G) + \frac{(2np+G)^2}{12}$	4.22
	$R_{no} = \frac{(2np+G)^2}{12}$	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 $\beta = 0$):

крана с приводными supports

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

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

крана с неподвижными supports

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

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

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 supports

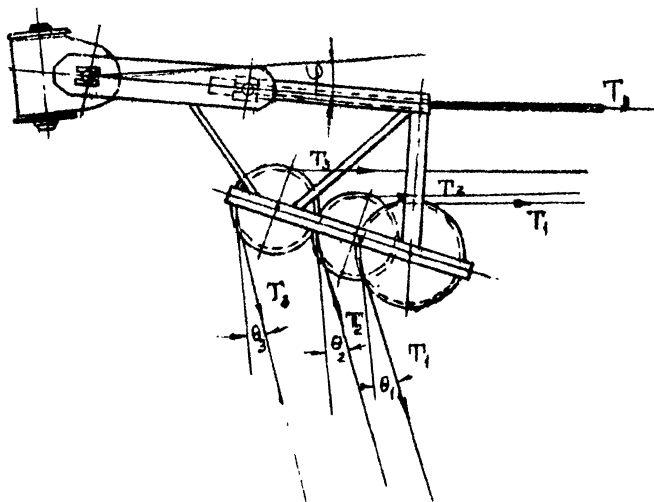
$$\Sigma V_{Ax} = P \frac{l-x}{l} + \pi p \frac{3l-2x}{2l} + \frac{l \Sigma q}{2 \cos \beta} + \Sigma H_x \operatorname{tg} \beta + \sum_{j=1}^z T_j \cos \theta_j + P_A; \quad (4.28)$$

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

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

θ_j - угол между вертикалью и направлением каната, рад;

z - количество канатов, направленных 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 supports

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

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

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 посередине пролета

$$\Sigma T_{Ax2} = \sqrt{(\Sigma H_{x/2})^2 + (\Sigma V_{Ax/2})^2}. \quad (4.34)$$

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

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

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

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	K
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
Тягач для:		
передвижения грузовой тележки	30	4,0
передвижения приводных поддержек		
передвижения крана (опоры)		
удержания крана (опоры) от угона под действием ветра нерабочего состояния		2,5
Для полиспастов закрепления 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	12	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

$$f = \frac{\sum M}{\sum K}, \quad (4.37)$$

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

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

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

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

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 δ от опоры Б, тогда наибольший провес системы канатов в м на расстоянии x (черт.10)

$$x = \frac{l}{2} + \frac{P_e \delta}{2P + 2pr + G} \quad (4.39)$$

определяется по формуле

$$f_x = \frac{x}{2l \sum K_x} \left[(2P + 2pr + G)(l - x) + 2P_e \delta \right], \quad (4.40)$$

где P_e - нагрузка от противовеса и площадок.



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 краях, 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 связки многопрядевые 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 посередине пролета

$$T_H^{max} = \frac{\sum T_{A\theta/2} \sum T_{P\theta/2}}{n_H}. \quad (5.1)$$

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

$$T_{раз} = T_H^{max} K_H. \quad (5.2)$$

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 загрузении вертикальными силами будет

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

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

5.1.7. Горизонтальная составляющая монтажного натяжения одного несущего каната H_m в кН ($P=0$; $\rho=0$; $\Sigma q = n_n q_n$; $\Sigma H_x = n_n H_n$) определяется по формуле

$$H_n^3 + H_m^2 \left\{ E_n F_n \left[\frac{R_{u2}}{2(\Sigma H_{u2})^2} \cos^3 \beta \pm \varepsilon (t_{u2}^0 - t_m^0) \cos \beta \right] - H_{n/2} \right\} - \frac{E_n F_n q_n^2 \ell^2}{24} \cos^3 \beta = 0. \quad (5.4)$$

5.1.8. Монтажный провес в м несущего каната

$$f_{ne/2} = \frac{q_n \ell^2}{8 H_m \cos \beta}. \quad (5.5)$$

5.1.9. Длина несущего каната в м при монтаже

$$L_m = \frac{\ell}{\cos \beta} \left[1 + \frac{q_n^2 \ell^2}{24 H_m^2} \cos^2 \beta \right]. \quad (5.6)$$

5.1.10. Длина несущего каната в м перед монтажом ($T_H = 0$)

$$L_0 = \frac{\ell}{\cos \beta} \left[1 + \frac{R_{u2}}{2(\Sigma H_{u2})^2} \cos^4 \beta - \frac{H_n}{E_n F_n \cos \beta} \pm \varepsilon (t_{u2}^0 - t_0^0) \right]. \quad (5.7)$$

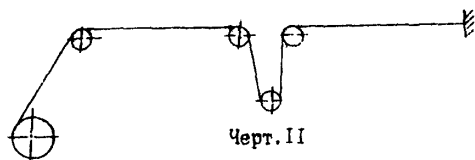
5.2. Подъемный канат

5.2.1. В качестве подъемных канатов рекомендуется применять канаты крестовой свивки типа ЛК-Р0 по ГОСТ 7668-80 и типа ЛК-3 по ГОСТ 7665-80; типа ЛКР по ГОСТ 2688-80, допускается применение канатов по ГОСТ 3079-80 и ГОСТ 7670-80.

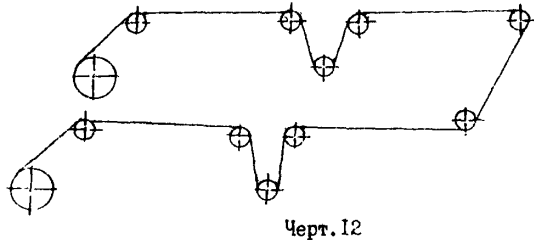
В тех случаях, когда исключается раскручивание канатов или завивка ветвей полиспаста, допускается применение каната односторонней свивки.

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

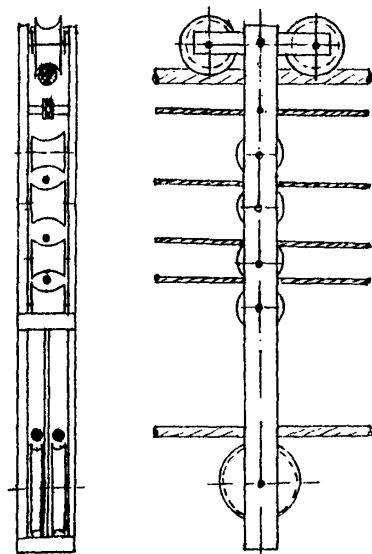
крана с приводными supports одинарного по черт. II;



крана с приводными supports двоянного по черт. 12;



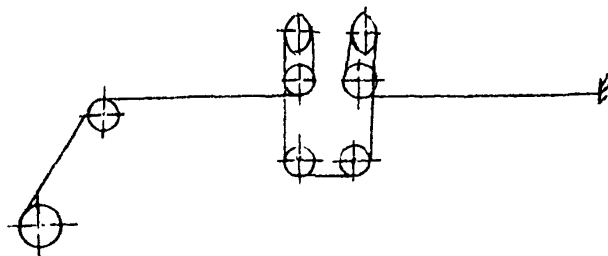
поддержки выполняются по черт. 13.



Черт. 13

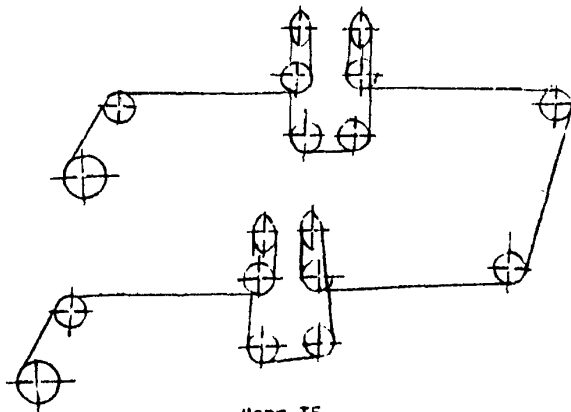
5.2.3. Для подъемного каната в кривоых кранах с неподвижными открытыми поддержками могут применяться схемы обводки канатов:

одинарная по черт.14;



Черт.14

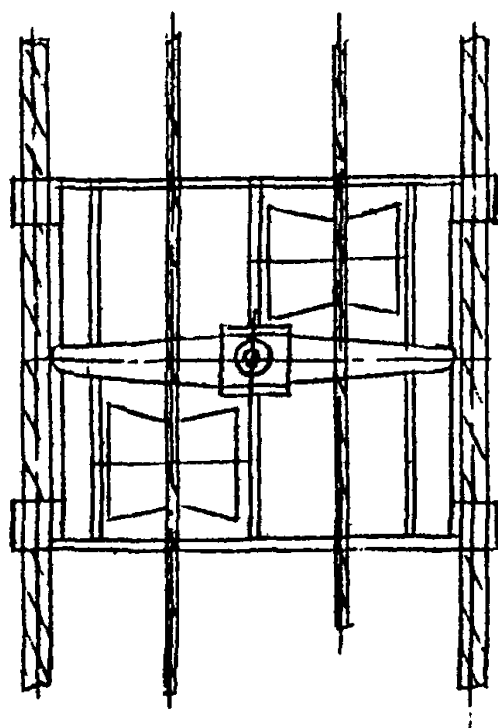
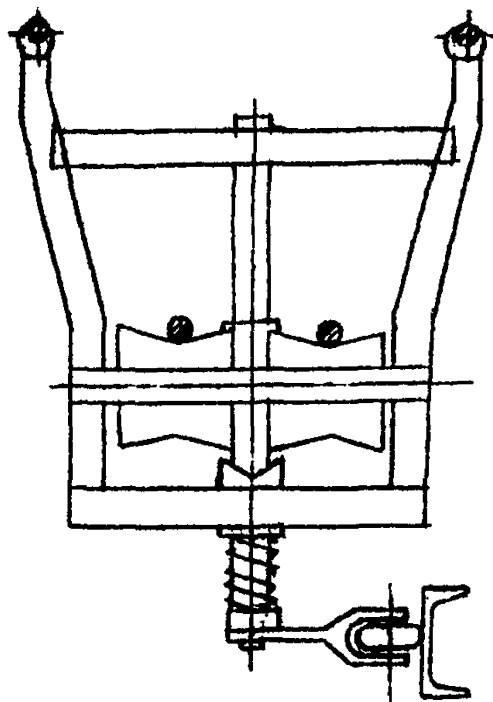
сдвоенная по черт.15.



Черт.15

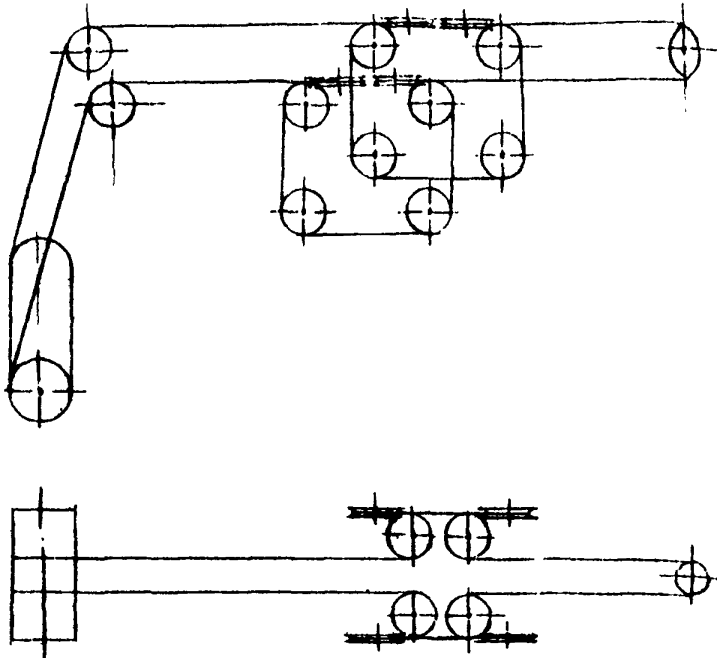
5.2.4. Неподвижные открытые поддержки следует выполнять с запорным устройством от выпадения канатов по черт.16.

Стр. 26 РТМ 24.090.34-85



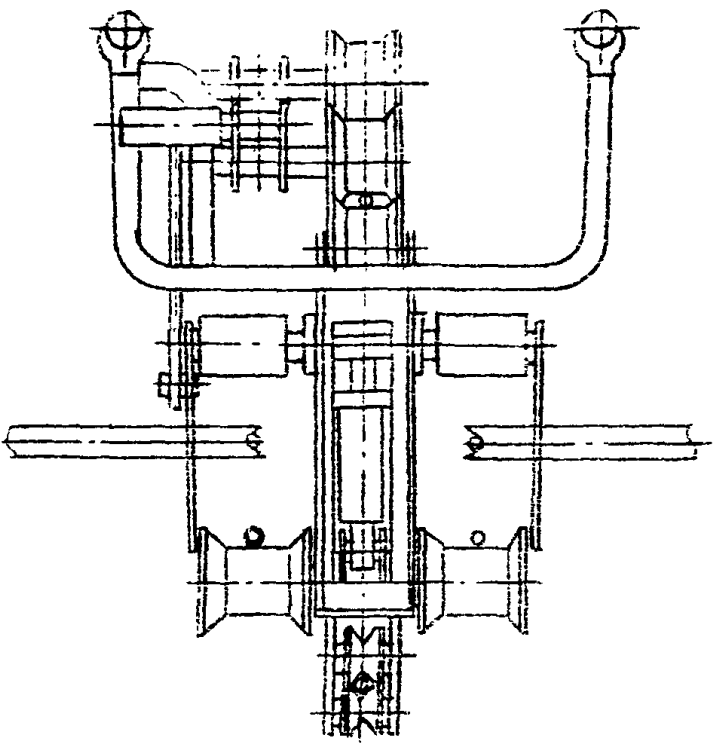
Черт. 16

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.

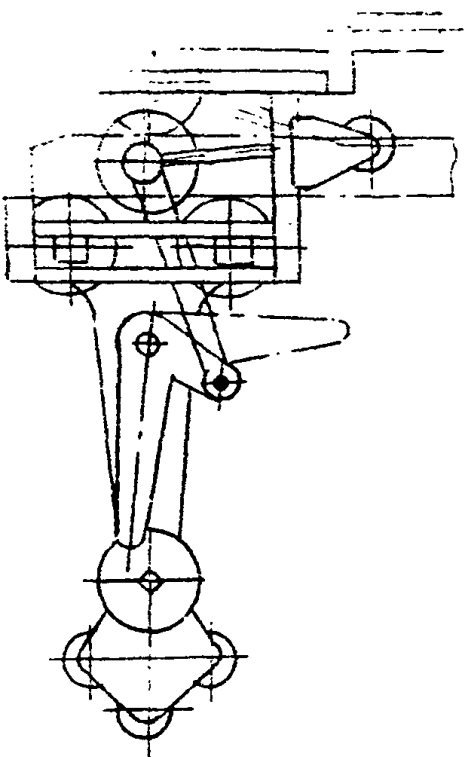


Черт.17

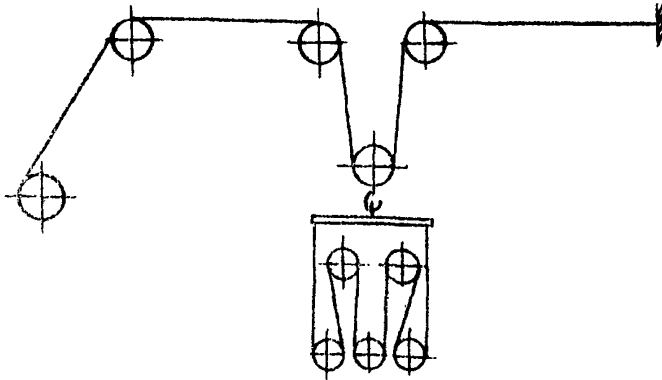
5.2.6. Неподвижные поддержки с предохранительным устройством от выпадания канатов следует выполнять по черт.18.



Черт. 18

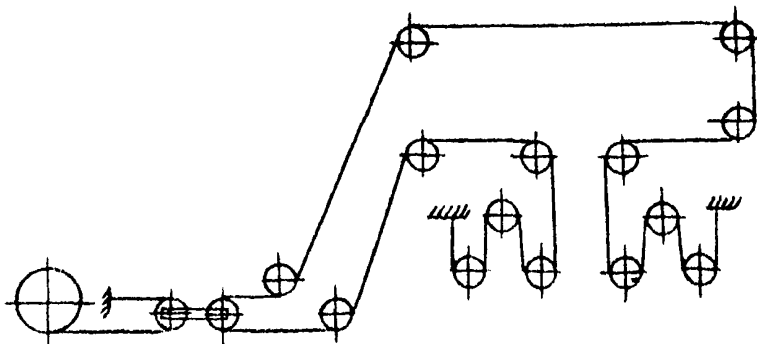


5.2.7. При работе крана со съёмным грузозахватным устройством (грейфер, захват, крюк) рекомендуется схема замыкающего каната по черт. 19.

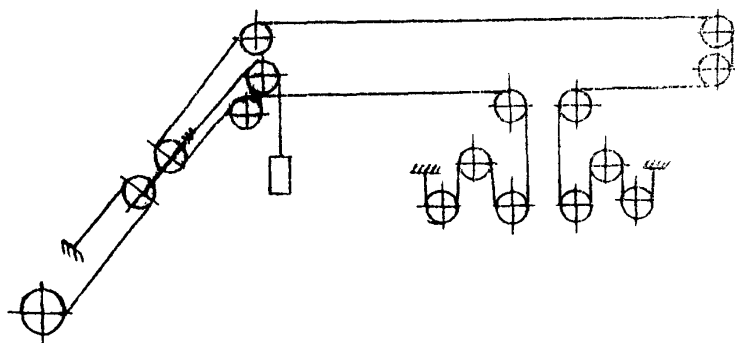


Черт.19

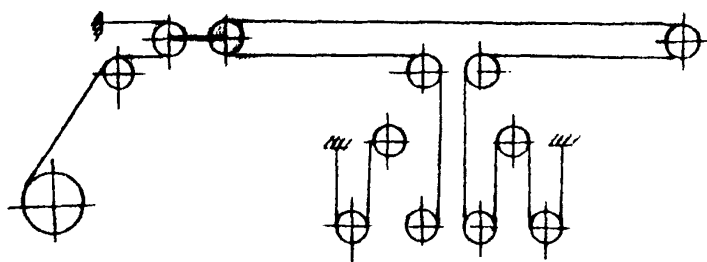
5.2.8. Для замыкающего грейфер каната рекомендуются схемы обводки: по черт.20,21,22.



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

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

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);

$\eta_{\delta r}^r$ - КПД отклоняющих блоков;

$\eta_{\delta r}$ - 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

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

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_r 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_r не менее 4.

5.2.16. Допускается диаметр уравнительного блока принимать

$$D_{yp} = 0,8 D_s, \quad (5.10)$$

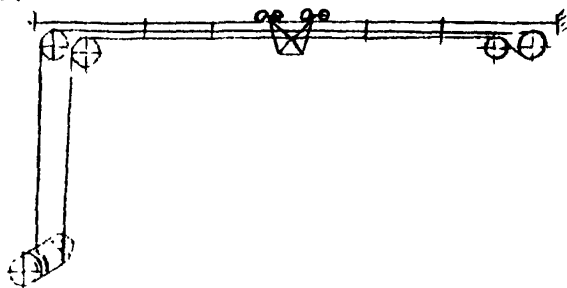
5.3. Тяговый канат для передвижения грузовой тележки

5.3.1. В качестве тягового каната рекомендуется применять канаты односторонней связки типа ЛК-Р0 по ГОСТ 7668-80, типа ЛК-3 по ГОСТ 7665-80 и типа ЛК-Р по ГОСТ 2668-80.

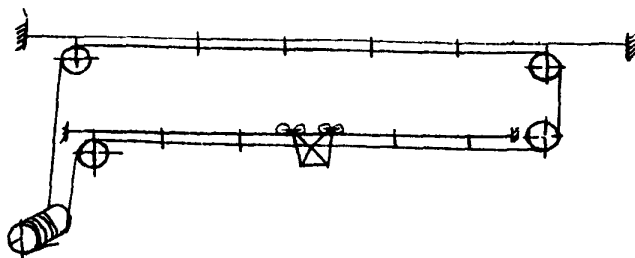
Допускается применение канатов по ГОСТ 3077-80, ГОСТ 7870-80, ГОСТ 3079-80 и ГОСТ 16853-71.

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.

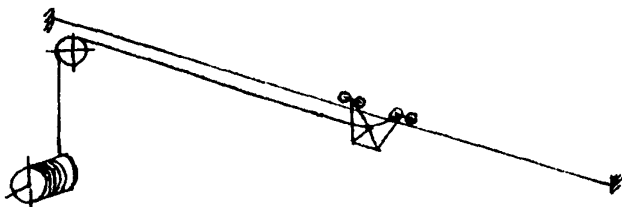


Черт.23



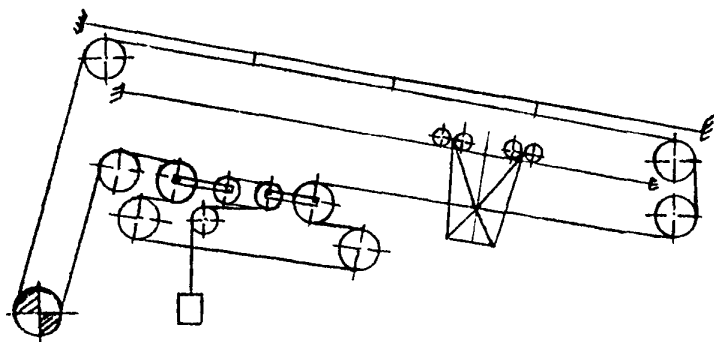
Черт.24

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.



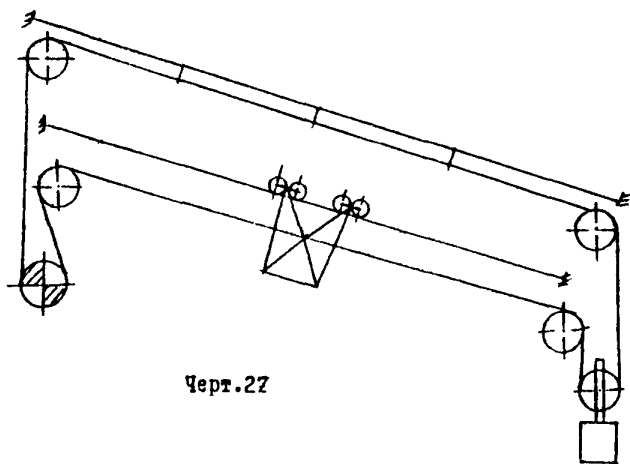
Черт.25

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



Черт.28

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



Черт.27

Б.3.7. Усилие, необходимое для преодоления сопротивления передвижению грузовой тележки в кН, определяется по формуле

$$W = P(\sin \alpha + \mu_A \cos \alpha) + \sum_{j=1}^n T_{rj}(1 - b_r) + \sum_{i=1}^m T_{Ai}(1 - b_s) + W_\delta, \quad (5.11)$$

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

T_A - усилие в тяговом канате, кН;

A - количество направляющих блоков тягового каната;

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

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

Б.3.8. Для передвижения грузовой тележки следует применять барабанную лебедку, позволяющую иметь тяговый канат меньшего диаметра, чем для привода с канатопроводным шкивом, и исключать проскальзывание тягового каната при закреплении его концов на барабане. Барабанную лебедку следует применять также для параллельно передвигаемых 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 $L > 800$ м из-за требующейся большой канатомоемкости барабана.

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

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

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

$$T_0 = K_{\text{сц}} \frac{W_A^{\text{max}}}{n_A (e^{\mu} - 1)} \quad , \quad (5.12)$$

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

$K_{\text{сц}}$ - 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

$$T_0 = 1,5 \frac{W_A e^{\mu \alpha}}{(e^{\mu \alpha} - 1) n_A} \quad (5.13)$$

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

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

5.3.15. Требуемое разрывное усилие тягового каната в целом в кН

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

5.3.16. Диаметр блока тягового каната

$$D_g = (30 \dots 50) d_A.$$

5.3.17. Диаметр канатоведущего шкива

$$D_{ш} \geq 60 d_A.$$

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

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

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 посередине 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. 1 и 2)

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

для двухъярусной канатной системы (черт. 3)

$$\Delta L_p = \frac{l \cos^3 \beta}{2} \left[\frac{R_{c/2}}{(\sum H_{c/2})^2} - \frac{R_o}{(\sum H_o)^2} + \frac{R_B}{(\sum H_B)^2} - \frac{R_A}{(\sum H_{BA})^2} \right], \quad (5.18)$$

где $R_{c/2}$ и R_o - принимаются для основной (нижней) канатной системы крана с приводными supports соответственно по формулам (4.19) и (4.20), а для крана с неподвижными supports - по формулам (4.22) и (4.23), кН²;

$\sum H_{c/2}$ и $\sum H_o$ - 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), кН²;

$\sum H_B$ и $\sum H_{BA}$ - 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

$$\Delta L_{\varepsilon} = 2L \frac{T_{A1} - T_{A2}}{E_0 \cdot F_A \cdot \cos \beta}, \quad (5.19)$$

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

F_A — площадь металлического сечения тягового каната, м^2 ;

T_{A1} и T_{A2} — 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

$$\Delta L_t = L(t, ^\circ - t_2^\circ) \frac{2L}{\cos \beta}, \quad (5.20)$$

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

$$\Delta L_0 = 2V \frac{L}{\cos \beta}, \quad (5.21)$$

где $V = 0,0008$ — 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-Р0 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

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

5.4.3. Общее сопротивление передвижению одной пары поддержек в кН

$$W_n = p \left[\frac{l-2x}{l \sum H_x} \left(P + np + \frac{pG}{n+1} \right) + 2 \left[\sin \beta + c \left(1 - \frac{2 \sum H_{px}}{\sum H_x} \right) \right] \right] + \frac{2G}{n+1} \left(G_p - G \frac{\sum H_{px}}{\sum H_x} \right) + T_n' (1 - \eta_s^4), \quad (5.23)$$

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

$$T_n' = 1,2 W_n. \quad (5.24)$$

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

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

5.4.6. Наибольшее натяжение в тяговом канате в кН

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

5.4.7. Требуемое разрывное усилие тягового каната в кН в целом

$$T_{pa1} = T_n^{max} \cdot K_n. \quad (5.27)$$

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

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

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

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

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

$$W_{\delta n} = W_n + \frac{n_n T_n}{2}. \quad (5.29)$$

5.4.12. Наибольшее расстояние в м между supports следует принимать:

для крюковых кранов

$$l_{\max} \leq \frac{0,56 P_0}{n_r l_r q_r}; \quad (5.30)$$

для грейферных кранов

$$l_{\max} \leq \frac{0,28 P_p}{n_r l_r q_r}, \quad (5.31)$$

где P_p — сила тяжести нижней рамы и других частей грейфера, способствующих раскрытию его; кН;

l_r — кратность полиспаста грейфера.

5.5. Тягачный канат для передвижения опор

5.5.1. В качестве каната для передвижения опор рекомендуется применять канат двойной свивки типа ЛК-Р0 по ГОСТ 7668-80; типа ТЛК-Р0 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 задевания 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 $C_0 = 0,02$;

на шпальных путях $C_0 = 0,035$.

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

$$W_{бр} = \delta(\Sigma H_{1/2} + \Sigma H_n) + W_p + C_{\delta} \Sigma B_p, \quad (5.32)$$

где ΣB_p - общее давление на ходовые тележки опоры, наибольшее из возможных сочетаний нагрузок рабочего состояния, кН;

$\Sigma H_{1/2}$ - наибольшая горизонтальная составляющая нижней системы канатов рабочего состояния, кН;

ΣH_n - горизонтальная составляющая натяжения верхней канатной системы, кН;

W_p - усилие от встречного ветра рабочего состояния, кН.

5.5.7. Наибольшее натяжение каната в кН при передвижении крана определяется по формуле $T_{бр} = W_{бр} + T_{б0}$, (5.33)

где $T_{б0} = 5$ кН - предварительное натяжение каната.

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

$$W_{бн} = \delta(\Sigma H_n + \Sigma H_{1/2}) + W_n - C_{\delta} \Sigma B_n, \quad (5.34)$$

где ΣH_n - горизонтальная составляющая натяжения системы канатов нерабочего состояния, кН;

ΣB_n - общее наименьшее давление на ходовые тележки нерабочего состояния, кН;

W_n - усилие попутного ветра нерабочего состояния, кН.

5.5.9. Усилие в кН от ветра нерабочего состояния в канате определяется по формуле $T_{бн} = W_{бн} + T_{б0}$. (5.35)

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

$$T_{раз} \geq T_{бр} K_{бр} \geq T_{бн} K_{бн}, \quad (5.36)$$

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-0 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 18900-73, ГОСТ 18901-73, ГОСТ 18902-73 и закрытый подъемный канат по ГОСТ 10506-76.

5.6.2. Канат для подвески кабеля рассчитывается по формулам: (4.12), (4.26), (4.27), (4.34), (5.1).

5.6.3. При расхождении 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 Δ было не менее 2+0,005 Δ .

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 1 м.

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

$$T_{раз} = T_{э max} \cdot K_3, \quad (5.37)$$

где $K_3 = 3$ - коэффициент запаса прочности каната (см. табл. 4).

Б.7.К а н а т д л я о т т я ж е к м а ч т

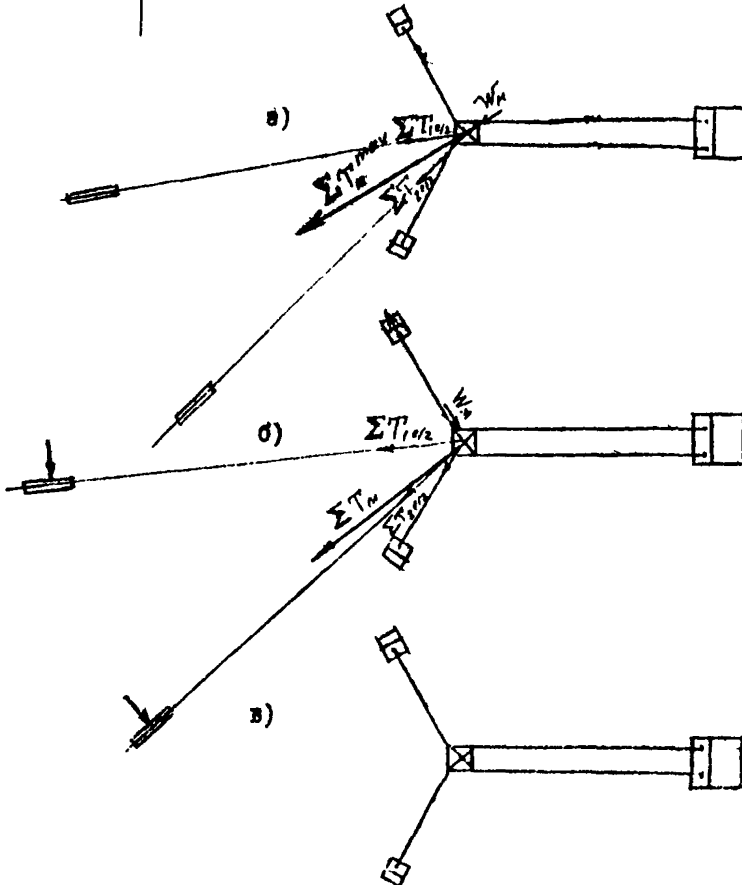
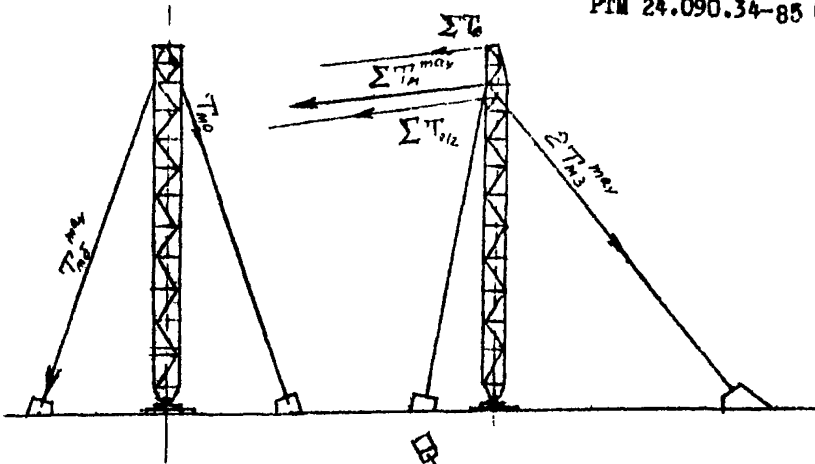
Б.7.1. Для опоры, в виде мачты на оттяжках, оттяжки следует располагать таким образом, чтобы равнодействующая натяжений нижней и верхней систем канатов не выходила за поле действия оттяжек. (черт.28, а, б). Мачта при снятых несущих канатах должна находиться в равновесном положении (черт.28, в).

Б.7.2. Задние оттяжки 2 рассчитываются на усилие $T_{мз}^{пл}$ 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 обшар равнодействующая натяжений $T_{мз}^{пл}$ канатов будет наибольшей. Учитывается также монтажное натяжение ненагруженной оттяжки $T_{но}$ а также действие ветра рабочего состояния на мачту W_H , совпадающее с направлением равнодействующей натяжения канатов (черт.28, а).

Б.7.3. Боковые оттяжки рассчитываются на натяжение, вызванное составляющей натяжений нижней системы канатов $\Sigma T_{4/2}$ и верхней $\Sigma T_в$ при положении подвижных башен, при котрром натяжение в боковых оттяжках будет наибольшим $T_{мб}^{пл}$; учитывается действие ветра рабочего состояния на мачту W_H , грузовые тележки и канаты - $W_{гк}$ (черт.28, б).

Б.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-0 по ГОСТ 3066-80 и типа ТК по ГОСТ 3067-74, ГОСТ 3068-74, открытый по ГОСТ 3090-73, ГОСТ 7675-73, ГОСТ 7676-73, ГОСТ 18900-73, ГОСТ 18901-73, ГОСТ 18902-73 и закрытый подъемный по ГОСТ 10506-73.

Б.7.5. Оттяжки рассчитываются на нагрузки рабочего и нерабочего состояний и выбираются по максимальному натяжению с запасом прочности не менее указанного в табл.4.



6. ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ КАНАТОВ

6.1. Общие положения

6.1.1. Канат рассматривается как весомая растяжимая нить, масса которой приводится к массе сосредоточенного груза. После приведения канат рассматривается как невесомая нить с приложенным сосредоточенной нагрузкой.

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

6.1.3. Под действием сосредоточенной нагрузки несущий канат образует две пересекающиеся цепные линии, заменяемые параболой.

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

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

$$m_{np} = m_r + \left(2\pi m_n + \frac{l}{g\beta} \sum m_q \right) \xi, \quad (6.1)$$

где m_r - масса грузовой тележки, т;

m_n - масса поддержки, т;

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

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

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

$$m_{лр} = \frac{G_1 D_1^2 u_1^2 \beta_1 K_p}{D_2^2 \beta_2} + m_б; \quad (6.2)$$

при торможении

$$m_{лт} = \frac{G_1 D_1^2 u_1^2 K_3}{D_2^2 \beta_2} + m_б \quad (6.3)$$

где $G_1 D_1^2$ - маховой момент первого вала, т.м²;

u_1 - общее передаточное число лебедки (привода);

β_1 - коэффициент полезного действия лебедки (привода);

$D_б$ - диаметр барабана, м;

$m_б$ - масса барабана, т;

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

$\eta_{лт} = 1 + \frac{\gamma_2 \beta_{12}}{\gamma_1 u_{12}^2} + \dots + \frac{\gamma_n \beta_{1n}}{\gamma_1 u_{1n}^2}$ - 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.с²;

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

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

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

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

$$m_{тлр} = m_t + 0,3 \left[(n_d m_{гд} + n_n m_{дн}) \frac{L}{\cos \beta} + 2n m_n \right], \quad (6.4)$$

где $m_{гд}$ - масса одного метра тягового каната

для передвижения грузовой тележки, т/м;

$m_{дн}$ - масса одного метра тягового каната для

передвижения поддержки, т/м.

6.1.8. Для малых колебаний приведенный коэффициент жесткости системы канатов в кН/м в пределах рабочей зоны крана можно принимать неизменным и определять по формуле

$$C_{np} = 4 \frac{\sum H_{1/2}}{l} \left[1 + \frac{3 E_n n_k F_k \cos^4 \beta [4 P_1 (P_1 + 2np + G) + (2np + G)^2]}{48 (\sum H_{1/2})^3 + E_n n_k F_k \cos^4 \beta (2np + G)^2} \right], \quad (6.6)$$

где P_1 — осредоточенный груз, соответствующий расчетному случаю, кН;

$\sum H_{1/2}$ — горизонтальная составляющая натяжения системы канатов при положении груза посередине пролета, кН.

6.1.9. Коэффициент жесткости каната при растяжении в кН/м определяется по формуле

$$C = n_k \frac{E_k F_k}{L}, \quad (6.6)$$

где n_k — количество канатов;

E_k — условный модуль упругости каната, кПа;

F_k — площадь металлического сечения каната, м²;

L — длина каната, м.

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

$$C_m = \frac{P_F}{h_m}, \quad (6.7)$$

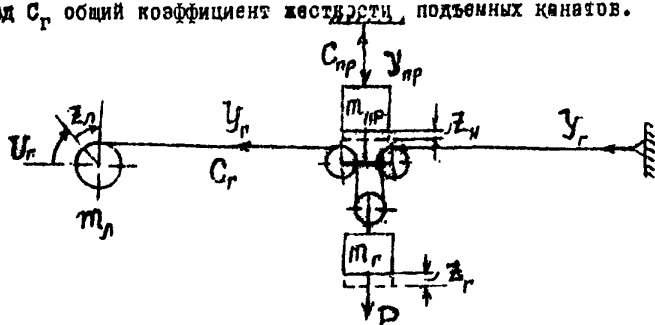
где h_m — длина подвески, м.

6.2. Динамика несущего и подъемного канатов

6.2.1. При исследовании динамики системы несущего и подъемного канатов рассматривается расчетная схема с тремя массами в т(приведенная масса канатов и грузовой тележки — m_{np} , масса груза — m_g , масса вращающихся частей лебедки — $m_{л}$) и двумя гирями (подъемный канат — $U_{пр}$ и несущий канат — $U_{г}$) (черт. 29).

Лебедка и грузовой тележка принимаются абсолютно жесткими, поскольку

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



Черт. 29

6.2.2. Уравнения движения отдельных масс имеют вид:

$$\left. \begin{aligned} m_n \ddot{z}_n &= U_r - Y_r; \\ m_r \ddot{z}_r &= Y_r - P; \\ m_{npr} \ddot{z}_{npr} &= G + Y_r - Y_{npr} \end{aligned} \right\} \quad (6.8)$$

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

$$\left. \begin{aligned} Y_r &= \frac{P}{l_n} + C_r [z_r - i_n (z_r + z_{npr})]; \\ Y_{npr} &= G_{npr} + P_r + C_{npr} z_{npr}, \end{aligned} \right\} \quad (6.9)$$

где U_r - окружное усилие подъемной лебедки, кН;

z_n, z_r, z_{npr} - пути перемещения соответствующих масс, м;

C_r - коэффициент жесткости подъемного каната, кН/м;

C_{npr} - 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

$$\omega_l = \sqrt{\delta_r - \sqrt{\delta_r^2 - \delta_r'}}; \quad (6.10)$$

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

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

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

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

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

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

$$t_{\text{раз}} = 3 \tau. \quad (6.14)$$

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:

$$B_r = \frac{1}{2} \left(\frac{i_n^2 C_r}{m_0} + \frac{i_n^2 C_r + C_{np}}{m_{np}} \right); \quad B_r = i_n^2 \frac{C_r C_{np}}{m_c m_{np}}.$$

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.

Расчеты нагрузки подъемного каната при подъеме с учетом динамики определяются по формулам:

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

где $U_r = \frac{P_r}{i_n \eta_r}$ - избыточное окружное усилие на барабане лебедки, кН;
 η_r - коэффициент полезного действия подъемного каната; учиты-
 вающий потери на блоках;
 $\ddot{z}_{лр}$ - ускорение подъемного каната на барабане лебедки от избы-
 точного окружного усилия, м/с.

Наибольшее натяжение подъемного каната при подъеме с учетом дина-
 мики определяется по формуле

$$T_{г\theta} = \frac{y_{r \max}}{n_r \eta_r \eta_g} \quad (6.16)$$

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

$$\left. \begin{aligned} \text{или} \quad y_{з \max} &= \frac{P_r}{i_n} + \frac{2 m_r}{m_r + i_n^2 m_{лз}} (K_{гз} - 1) \frac{P_r \eta_r}{i_n} \\ y_{з \max} &= \frac{P_r}{i_n} + \frac{2 m_{лз} m_r}{m_r + i_n^2 m_{лз}} \ddot{z}_{лз}, \end{aligned} \right\} (6.17)$$

где $K_{гз}$ - коэффициент запаса торможения лебедки подъем, принимается
 по табл.6 (см. стр.63);

$\ddot{z}_{лз}$ - замедление подъемного каната на барабане лебедки, м/с².

Наибольшее натяжение подъемного каната в кН при торможении с уче-
 том динамики определяется по формуле

$$T_{гз} = \frac{y_{з \max}}{n_r \eta_r \eta_g} \quad (6.18)$$

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

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

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

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

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

или

$$y_{np\max} = G_{np} + P_r + \frac{2m_r m_r}{m_r + i_n^2 m_{\Delta p}} i_n \ddot{x}_{\Delta p}. \quad (6.20)$$

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

$$y_{np\max} = G_{np} + P_r + \frac{2m_r}{m_r + i_n^2 m_{\Delta p}} \left[(K_{r3} - 1) \cdot P_r \cdot \rho_r \right] \quad (6.21)$$

или

$$y_{np\max} = G_{np} + P_r + \frac{2m_r m_{\Delta p}}{m_r + i_n m_{\Delta p}} i_n \ddot{x}_{\Delta p}. \quad (6.22)$$

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

$$\begin{aligned} & (\Sigma H_\theta)^3 + (\Sigma H_\theta)^2 \left\{ n_H E_H F_H \left[\frac{R e/2 \cos^5 \beta}{2 (\Sigma H_{\theta/2})^2} \pm E (t_1^0 - t_2^0) \cos \beta \right] - n_H H_H - \right. \\ & \left. - n_A H_A - n_H H_H - y_{r\max} \right\} - \frac{n_H E_H F_H}{g} y_{np\max}^2 \cos^5 \beta = 0 \end{aligned} \quad (6.23)$$

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

$$\Sigma V_{\Delta g} = \frac{y_{r\max} \cdot i_n}{2} + n_p + \frac{\Sigma g L}{2 \cos \beta} + \Sigma H_\theta \operatorname{tg} \beta. \quad (6.24)$$

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

$$\Sigma T_g = \sqrt{(\Sigma H_\theta)^2 + (\Sigma V_{\Delta g})^2}. \quad (6.25)$$

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

$$T_{Hg} = \frac{\Sigma T_g - y_{r\max} - n_A T_A - n_H T_H}{n_H}. \quad (6.26)$$

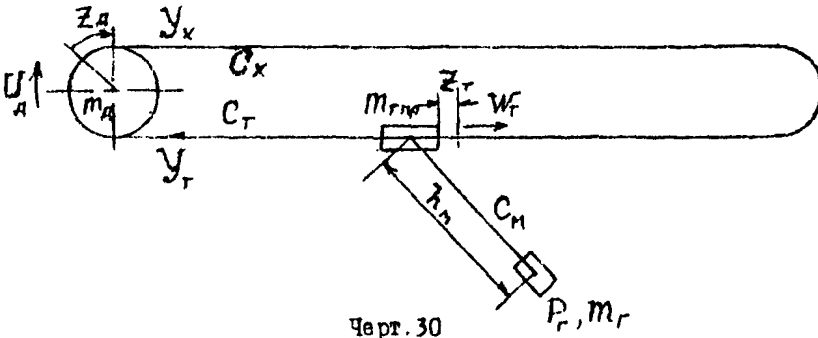
6.2.17. Запас прочности несущего каната с учетом динамики

$$K_{Hg} \geq \frac{T_{разб.09}}{T_{Hg}} \geq 2,5. \quad (6.27)$$

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 отсalka 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 привода m_d , приведенная масса грузовой тележки и движущихся с ней канатов и поддержек - $m_{тпр}$, масса груза - m_g) и тремя упругими связями в кН/м (головной тяговый канат - Y_T , хвостовой тяговый канат - Y_X , гибкая подвеска груза - Y_M) (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_T постоянным. Если грузовых тележек больше одной и каждая передвигается отдельным канатом, то принимаются: m_T - общая масса тележек, Y_T , Y_X , Y_0 - общие натяжения канатов, C_T , C_X - общие коэффициенты жесткости тяговых канатов.

Исходными уравнениями движений для каждой массы в отдельности будут:

$$m_{ap} \ddot{z}_{ap} = y_{ap} + y_x - y_T; \quad (6.28)$$

$$m_T \ddot{z}_T = y_T + y_x - y_M - W_T; \quad (6.29)$$

$$m_M \ddot{z}_M = y_M, \quad (6.30)$$

при этом нагрузки в каждой упругой связи определяются уравнениями:

$$\left. \begin{aligned} y_T &= y_0 + W_T + C_T (z_{ap} - z_M); \\ y_x &= y_0 - C_x (z_M - z_T); \\ y_M &= C_M (z_T - z_M), \end{aligned} \right\} \quad (6.31)$$

где z_{ap} , z_T и z_M - перемещения (соответственно) массы привода, тележки, груза;

y_0 - предварительное натяжение тягового каната, кН;

y_{ap} - окружное усилие привода передвижения груза, кН;

C_T, C_x, C_M - жесткость (соответственно) головной и хвостовой ветвей тягового каната и гибкой подвески груза, кН/м.

6.3.3. Частоты ω_{A1}, ω_{A2} в c^{-1} и периоды T_{B1}, T_{B2} собственных колебаний ω с определяются по формулам:

нижняя частота

$$\omega_{A1} = \sqrt{B_{Tp} - \sqrt{B_{Tp}^2 - B_{Tp}}}, \quad (6.32)$$

где

$$B_{Tp} = \frac{1}{2} \left[(C_T + C_x) \frac{m_{ap} + m_T}{m_{ap} \cdot m_T} + C_M \frac{m_T + m_M}{m_T \cdot m_M} \right];$$

$$B_{Tp} = C_M (C_T + C_x) \frac{m_{ap} + m_T + m_M}{m_{ap} \cdot m_T \cdot m_M};$$

период

$$T_{A1} = \frac{2\pi}{\sqrt{B_{Tp} - \sqrt{B_{Tp}^2 - B_{Tp}}}}; \quad (6.33)$$

высокая частота

$$\omega_{A2} = \sqrt{B_{Tp} + \sqrt{B_{Tp}^2 - B_{Tp}}}; \quad (6.34)$$

период

$$\tau_{v2} = \sqrt{\frac{2\pi}{B_{\varphi} + \sqrt{B_{\varphi}^2 - B_T^2}}} . \quad (6.35)$$

6.3.4. При разгоне избыточная сила $U_{\varphi} - W_T > 0$, при этом наибольшее натяжение головного тягового каната в КН будет

$$U_{\varphi} = y_0 + W_T + \frac{2C_T(m_T + m_r)}{(C_T + C_x)(m_{\varphi p} + m_T + m_r)} (U_{\varphi p} - W_T) . \quad (6.36)$$

В этот же момент в хвостовой упругой связи нагрузка в КН будет наименьший

$$U_{xp} = y_0 - \frac{2C_x(m_T + m_r)}{(C_x + C_T)(m_{\Delta p} + m_T + m_r)} (U_{\varphi p} - W_T) . \quad (6.37)$$

6.3.5. Наибольшее окружное усилие привода в КН

$$U_{vmax} = W_T + \frac{2(m_T + m_r)}{m_{\Delta p} + m_T + m_r} (U_{\varphi p} - W_T) . \quad (6.38)$$

6.3.6. Наибольшие ускорения в м/с² в начале разгона и определяются по формулам:

привода

$$\ddot{x}_{\varphi p} = \frac{U_{\varphi} - W_{T\Delta}}{m_{\varphi p}} ; \quad (6.39)$$

тележки и груза

$$\ddot{x}_T = \ddot{x}_r = 2 \frac{U_{\varphi} - W_T}{m_{\varphi p} + m_T + m_r} . \quad (6.40)$$

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

$$A_{vmax} = \frac{U_{\varphi} - W_T}{(m_{\varphi p} + m_T + m_r)^2} \left[\frac{h_M}{g} (m_{\varphi p} + m_T) + \frac{m_{\varphi p} (m_T + m_r)}{C_T + C_x} \right] \quad (6.41)$$

или

$$A_{vmax} = \frac{\ddot{x}_{\varphi p}}{2(m_{\varphi p} + m_T + m_r)} \left[\frac{h_M}{g} (m_{\varphi p} + m_T) + \frac{m_{\varphi p} (m_T + m_r)}{C_T + C_x} \right] . \quad (6.42)$$

6.3.8. При торможении тормозное усилие на ободе канатопроводящего органа определяется по формулам, КН:

в головном тяговом канате

$$U_{T2} = y_0 + W_T + \frac{2C_T(m_T + m_r)}{(C_T + C_x)(m_{\Delta 2} + m_T + m_r)} (K_{\Delta 2} + 1) W_T , \quad (6.43)$$

где $K_{\Delta 2} = 1,25$ — коэффициент запаса торможения лебедки (привода) передвижения грузовой тележки;

в хвостовом тяговом канате

$$y_{x3} = y_0 - \frac{2C_x(m_T + m_r)}{(C_T + C_x)(m_{v3} + m_T + m_r)} (K_{v3} + 1) W_T. \quad (6.44)$$

6.3.9. Запас прочности каната с учетом динамики должен быть

$$K_{v3} \geq 3,0.$$

6.3.10. Частоты ω_{j1} и ω_{j2} в с^{-1} , периоды T_{j1} и T_{j2} собственных колебаний в с при торможении определяются соответственно по формулам: (6.32), (6.33), (6.34), (6.35), в которые вместо масс привода при разгоне $m_{\text{до}}$ подставляется масса привода при торможении m_{v3} .

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

привода
$$\ddot{x}_{v3} = \frac{(K_{v3} + 1) W_T}{m_{v3}}; \quad (6.45)$$

тележки и груза

$$\ddot{x}_{Tj} = \ddot{x}_{mj} = 2 \frac{(K_{v3} + 1) W_T}{m_{v3} + m_T + m_r}. \quad (6.46)$$

6.3.12. Амплитуда колебаний при торможении в м

$$A_{3\max} = \frac{(K_{v3} + 1) W_T}{(m_{v3} + m_T + m_r)g} \left[\frac{h_T}{g} (m_{v3} + m_r) + \frac{m_{v3}(m_T + m_r)}{C_T + C_x} \right] \quad (6.47)$$

или

$$A_{3\max} = \frac{\ddot{x}_{Tj}}{2g} \left[\frac{h_T}{g} (m_{v3} + m_r) + \frac{m_{v3}(m_T + m_r)}{C_T + C_x} \right]. \quad (6.48)$$

6.3.13. По допускаемым на 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.

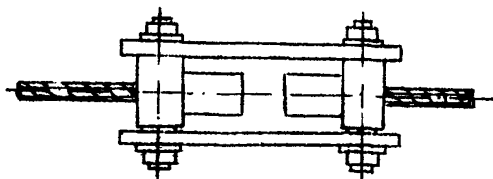
Для закрепления прядевых канатов применяются концевые муфты для заливки.

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

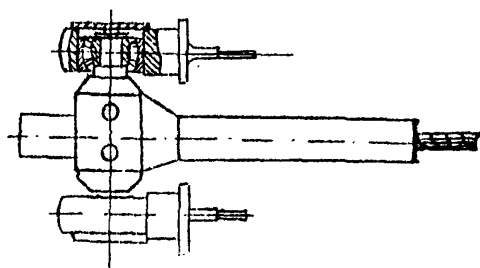
7.1.3. Несущий канат должен состоять из одного куска. В тех случаях, когда грузовая тележка движется только в ограниченных пределах пролета, допускается вне рабочей зоны сращивать несущий канат с обязательным обеспечением подхода грузовой тележки к одной из опор.

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 балансирующие 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 (5.19)... (5.22), (5.24)... (5.26).

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 зажимов.

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

7.5. Б л о к и

7.5.1. Блоки должны устанавливаться на подшипниках качения. Для удобства монтажа и замены блоков при эксплуатации рекомендуется подшипниковый узел выполнить 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 подвесе дальномерных врузов 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 кабельных кранов рекомендуется система в виде двух одинаковых однобарабанных лебедок с независимым приводом.

Каждая из лебедок грейферных и кабельных 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 24.090.2I-76 "Барабаны канатные. Метод расчета."

7.8.5. Диаметр барабана D_{δ} принимается не менее $30 d$.

7.8.6. Крепление каната на барабане рекомендуется осуществлять накладками. При этом в нижнем 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 катушечного 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 одножелезобетонным, футерованным материалом, обладающим достаточными фрикционными свойствами для передачи окружного усилия.

7.8.10. В качестве материала для футерования канатоведущих шкивов применяется резина. Коэффициент трения между канатами

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

Допускаемое удельное давление каната на футеровку канатоподводящего шкива определяется по формуле

$$p_{уд} = \frac{3 T_{max}}{b_{ш} \cdot d}, \quad (7.1)$$

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

7.8.11. Расчетный коэффициент запаса сцепления каната с канатоподводящим шкивом должен быть не менее 1,25 при неустановившемся движении (при пуске, остановке).

7.8.12. Натяжка двустороннего действия по черт.26 и одностороннего действия по черт.27 должны приниматься в соответствии с рекомендацией п.5.3.10.

7.8.13. 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	1,5
	4	1,75
	5	2,0
Передвижение грузовой тележки	3...5	1,25
Передвижение опоры при ветре		
рабочего состояния	-	1,5
нерабочего состояния	-	1,25
Монтажные операции		1,5

* 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 предлагаемого 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 поддежек 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

$$\Sigma P_x = P - \frac{2P + 2\mu p + G}{2\sum H_x} \sum_{i=1}^z H + \frac{e}{2 \cos \beta} \sum_{i=1}^z q_i, \quad (7.2)$$

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

$$n_x \geq \frac{800 \Sigma P_x}{T_{nx}} \sqrt{\frac{F_N}{T_{nx}}}, \quad (7.3)$$

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

F_N - площадь сечения всех проволок каната, см².

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

$$p_K = \frac{\sum P_K}{n_K D_K d'_K} \quad (7.4)$$

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

Таблица 7

Среднее удельное давление p_K , 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 подкрана — нового 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	Кр120 ГОСТ 4121-76	на бетонном основании или на металлической эстакаде	600 700

Примечание: При применении колес из поковки или тропика 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 балансирующих рам.

7.10.6. Применяемые в ходовых тележках для балансирующих рам сферические шарики 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

$$\sigma_{см} = 0,39 \sqrt[3]{P_{ш} E^2 \left(\frac{1}{z_2} - \frac{1}{z_1} \right)^2}, \quad (7.4)$$

где $P_{ш}$ - нормальное давление на шарнир (черт.34);

$E=210000$ МПа- модуль упругости для стали;

z_1 и z_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 должна быть

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

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_o из условия сцепления определяется по формуле

$$n_o = 6 \frac{W}{\sum B_p} n_x, \quad (7.5)$$

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

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

где U_{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

$$W_y = 1,25 \left\{ W_H + \delta \Sigma T_H - \left[C_{\delta} + (0,14 - C_{\delta}) \frac{n_o}{n_x} \right] \Sigma B \right\} . \quad (7.7)$$

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

$$0,12 \frac{n_o}{n_x} \Sigma B \geq W_H + \delta \Sigma T_H . \quad (7.8)$$

7.10.19. На кранах с канатным приводом передвижения опор установка противоугольных 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. Узлы и детали механизмов

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. Приборы и указатели

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

8.1. При проектировании электрической части крана следует руководствоваться:

Правилами устройства электроустановок (ПУЭ-76, глава 7-4);
Правилами дневной маркировки, светового ограждения и радиомаркировки препятствий, находящихся при аэродромных территориях и воздушных трассах;

СНП-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 III-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 III-ей категории.

8.5. Электродвигатель предварительно выбирается по эффективной мощности N_2 в кВт, определяемой по формуле

$$N_2 = \frac{u_0 v}{\eta}, \quad (8.1)$$

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

$\eta = 0,85 \div 0,9$ — коэффициент полезного действия лебедки (привода);

u_3 — среднеквадратичная величина окружных усилий на барабане (канатоведущем шкиве), кН;

8.6. Среднеквадратичная величина окружных усилий в кН определяется по формуле

$$u_3 = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n u_j^2 t_j}{\sum_{j=1}^n t_j + t_p}}, \quad (8.2)$$

где u_j — окружное усилие в отдельные операции цикла, кН;

t_j — продолжительность отдельных операций цикла, с;

t_p — продолжительность ручных операций, с.

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

$$M_a = \frac{u_a D_s}{2 \eta u_n} + \frac{G D_s^2 a n_2}{38,2 v}, \quad (8.3)$$

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

n_2 — частота вращения электродвигателя, об/мин;

u_n — передаточное число лебедки (привода);

$G D_s^2$ — маховый момент, приведенный к валу электродвигателя, кг·м²;

a — ускорение при пуске, м/с²;

D_s — диаметр барабана лебедки (канатоведущего шкива), м.

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

$$M_3 = \frac{u_3 D_s \eta}{2 u_n} + \frac{0,4 a_3 n_3}{38,2 \nu}, \quad (8.4)$$

где u_3 - окружное усилие на барабане лебедки (канатоведущем шкиве) при торможении, Н ;

a_3 - замедление при торможении, м/с².

8.9. Проверка электродвигателя на нагрев приводится по эквивалентному току I_3 в А, определяемому по формуле:

$$I_3 = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^n I_j^2 \cdot t_j}{\sum_{j=1}^n t_j + t_p}}, \quad (8.5)$$

где I_j - значения 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 1:50, обеспечивающие малые посадочные скорости.

8.11. Для крюковых перегрузочных кранов в электроприводах механизмов подъема и передвижения тележки необходимо предусматривать регулирование скорости глубиной до 1:50, 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-

ствия с рекомендациями раздела 2.

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

8.14. 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.

8.15. Тахогенератор должен иметь жесткое соединение с валом электропривода.

8.16. Торможение механизмов должно осуществляться электроприводом с последующим наложением механических тормозов. При аварийных отключениях привода должно предусматриваться динамическое торможение.

8.17. Для грейферных перегрузочных кафельных кранов в электроприводе механизма передвижения грузовой тележки необходимо предусматривать регулирование скорости глубиной до 1:20.

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

8.19. 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.

8.21. 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 обеспечивать восприятие всей нагрузки двигателем механизма подъема. При этом двигатель механизма замыкания должен только компенсировать ослабину 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 допустимого;
- 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 задевании, превышающем допустимое, одной опоры относительно другой.

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

8.28. На пульте управления рекомендуется предусматривать светозвуковую сигнализацию о расшифровке 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 оператором 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 отбойном 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 бады следует осуществлять от автономного источника энергии, установленного на баде (напрямер, 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 снижать влияние собственного веса за счет создания соответственно направленных опорных моментов в узлах, приложенным гишаннм нагрузкам вне центров условных осаджений и т.п.

9.4. Расчетная статическая схема башен в каждом отдельном случае должна укладываться 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 заботаннм опор и пр.) и при монтаже конструкций, при смене или подтяжке канатов и т.п.

9.6. Конструкция башни, выбранная из условий 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_{δ} к ее длине L_{δ}

$$\frac{h_{\delta}}{L_{\delta}} \geq \frac{1}{18}; \quad \frac{L_{\delta}}{\delta_{\delta}} \leq 50; \quad \frac{h_{\delta}}{\delta_{\delta}} \leq 3 \quad (9.1)$$

проверка на общую устойчивость не требуется.

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

$$\delta_{\delta} \leq 50 \delta_n. \quad (9.2)$$

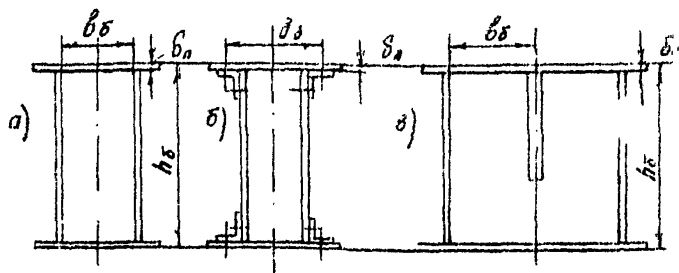
9.12. В клепаных коробчатых балках за расчетную высоту и ширину сжатого пояса принимается расстояние между рисками заклепок, присоединяющих сжатый пояс к полным уголкам (черт.35,б).

9.13. При наличии продольного ребра жесткости, расположенного посередине 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 определяют 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.Сочетание 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 заботании 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	-	-	-	+

* Указывается 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 внешние 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

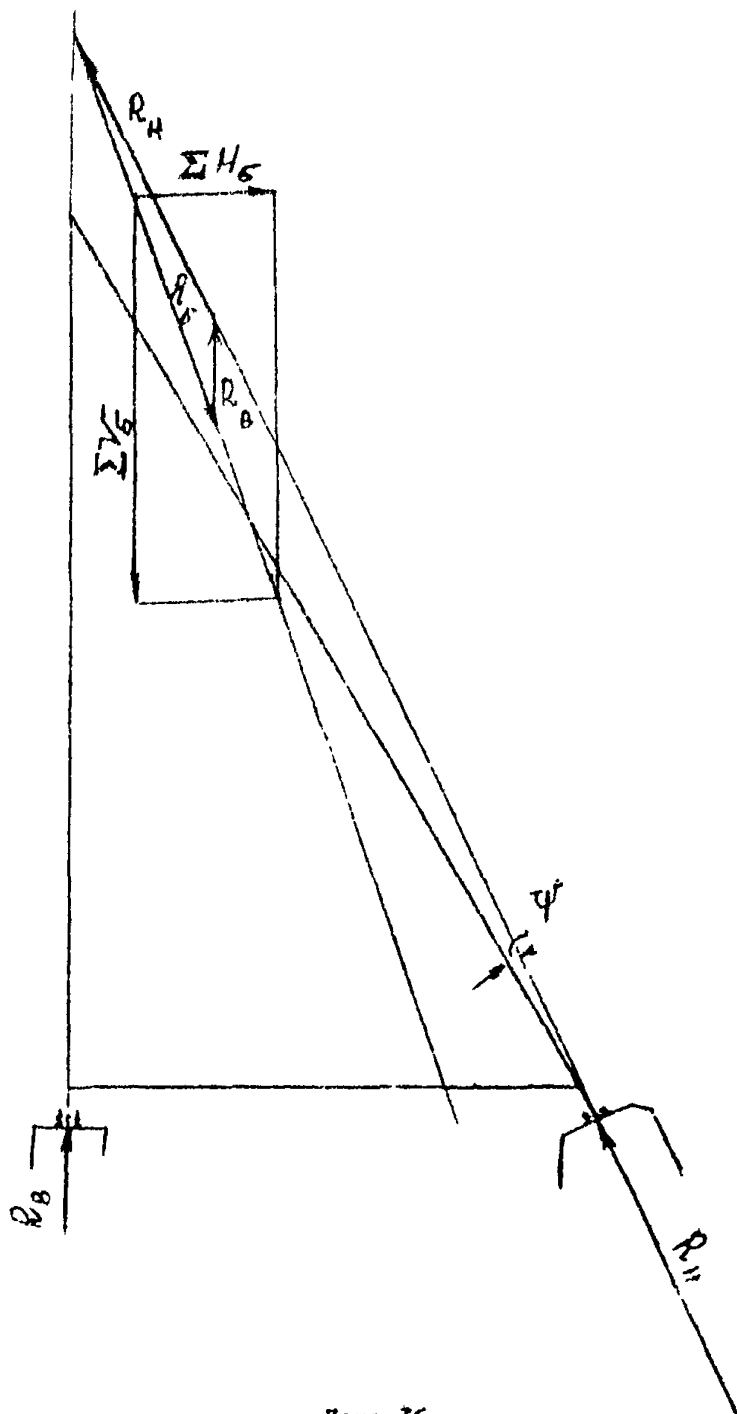
Вид нагрузки	Коэффициент перегрузки
Масса конструкций и оборудования	1,1
Натяжение несущих канатов	1,2
Натяжение подъемных и тяговых канатов	1,4
Натяжение канатов для подвески электрокабелей	1,2
Натяжение канатов оттяжек	1,2
Нагрузка от забегания опор	1,2

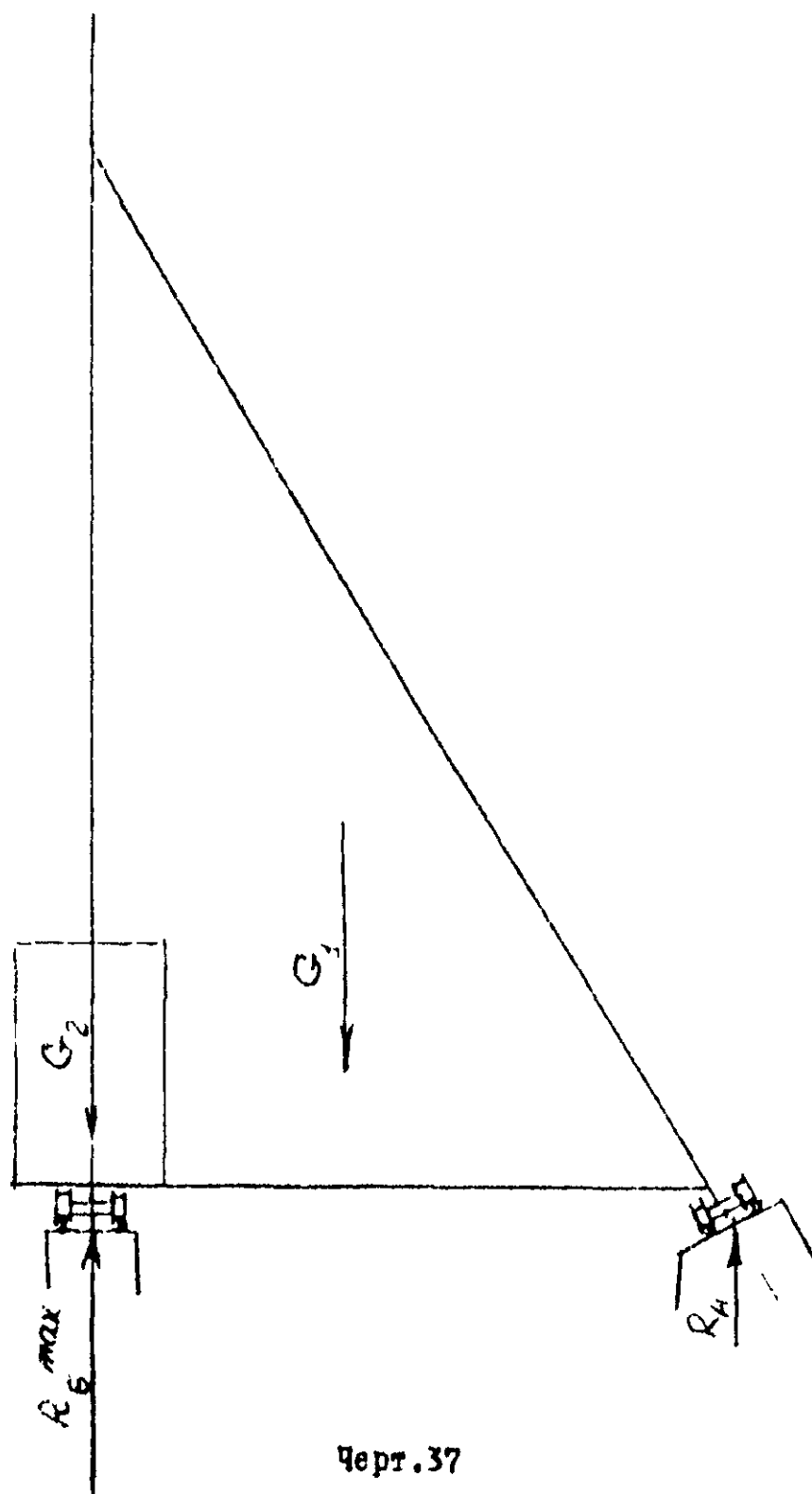
Вид нагрузки	Коэффициент перегрузки
Нагрузка на обслуживающие площадки	1,4
Ветровая нагрузка рабочего и нерабочего состояний	1,2
Нагрузка от температурных воздействий	1,2
Снеговая нагрузка	Принимается в соответствии со СНиП-6-74
Нагрузка от обледенения	То же

10. ТРЕБОВАНИЯ К ПОДКРАНОВЫМ ПУТЯМ

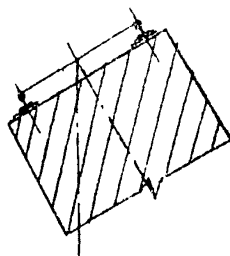
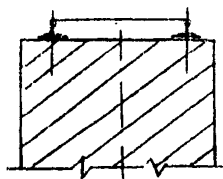
10.1. Передающие опоры башенного типа опираются на два подкрановых пути: наклонный и вертикальный. Горизонтальные составляющие натяжений канатов ΣH_g воспринимаются наклонным подкрановым путем, в то время как нагрузка от массы канатов, оборудования и опор ΣV_g распределяется между наклонным и вертикальным путями.

Расчетным является натяжение канатов при положении тележки с номинальным грузом посередине пролета. Построение многоугольника сил представлено на черт.36. Ось наклонного подкранового пути принимается по направлению реакции R_n , образующей с направлением наклонной фермы угол ψ . При этом на вертикальный путь приходится минимальная нагрузка R_g , обеспечивающая устойчивость башни с заданными Правилами коэффициентом запаса 1,25. Максимальная нагрузка на вертикальный путь будет при снятых несущих канатах R_g (черт.37).

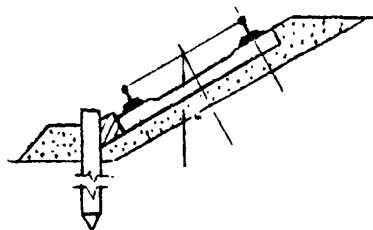
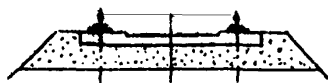




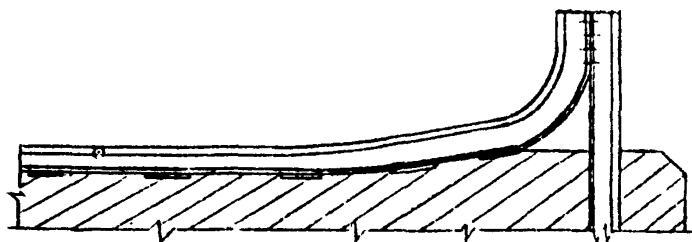
10.2. Для постоянно действующих кабельных кранов подкрановые пути следует выполнять на бетонном или железобетонном основании (черт.38).



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.

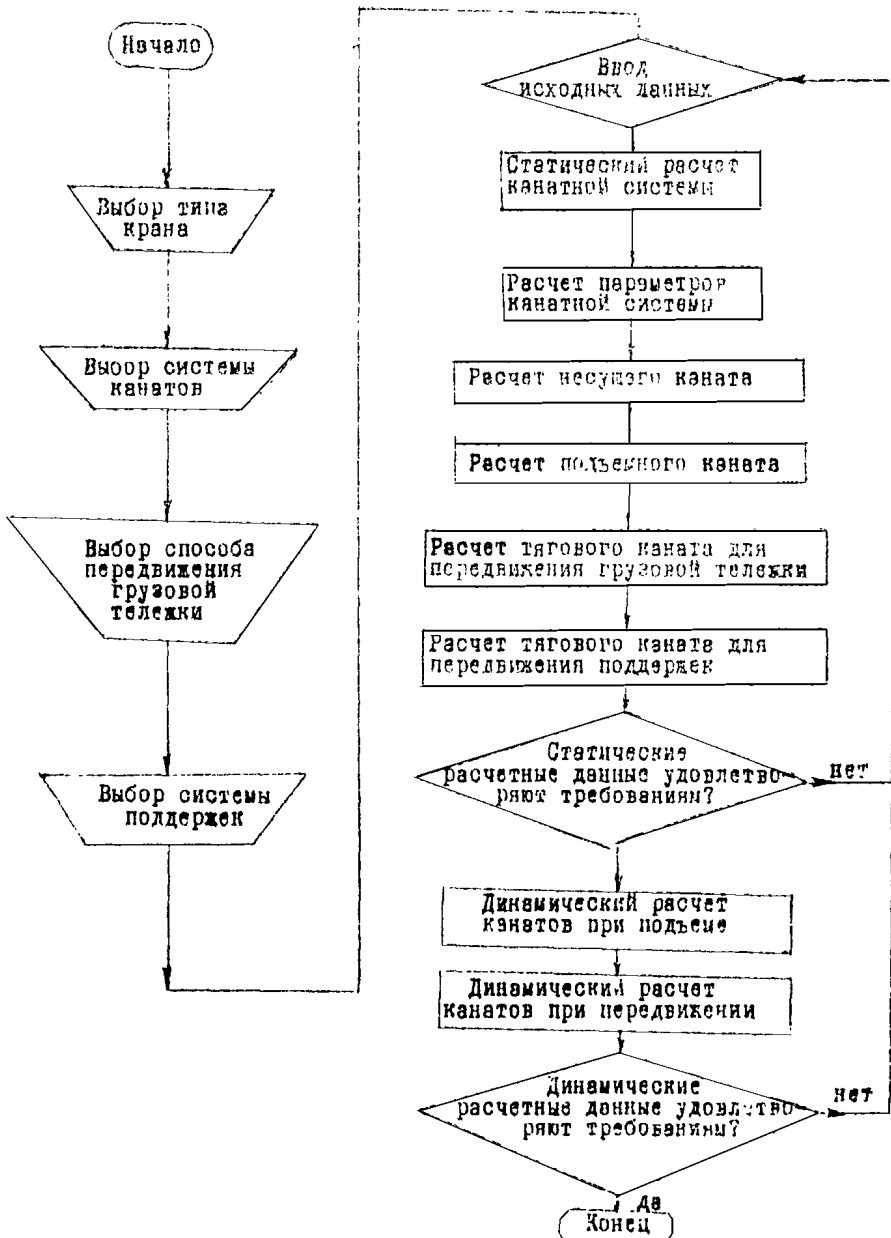
10.4. В конце наклонных подкрановых путей должны устраиваться тупики в виде участка с подъемом рельсов и упорами (черт.40).

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.

II. РАСЧЕТ КАНАТНОЙ СИСТЕМЫ КАБЕЛЬНОГО КРАНА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЭЦВМ

II.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 кратчайшие сроки.

II.2. Алгоритм и программа расчета разработаны в Институте горной механики им.Г.А.Цулукидзе при АН СССР лабораторией динамики канатных систем и вычислительной техники в сотрудничестве с ВНИИПТМАШ. Программа написана на языке ФОРТРАН-IV для ЭЦВМ серии СИ. Последовательность действий проектировщика-оператора представлены на блок-схеме (черт.41).



Блок-схема для расчета канатов на ЭЦМ
черт.41

Стр. 90 РТМ 24.090.34-85

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

ПРИЛОЖЕНИЕ I

Справочное

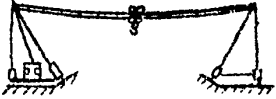
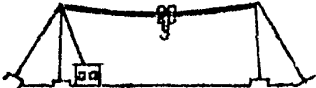
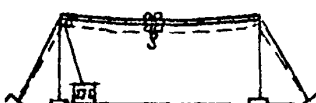



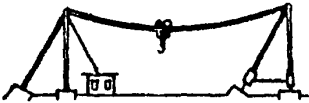
Таблица

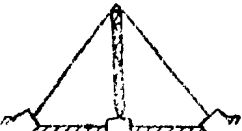

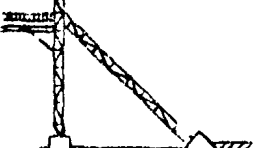
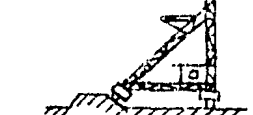

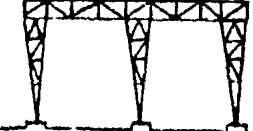
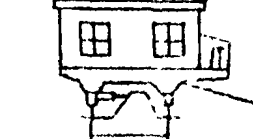
ОБОЗНАЧЕНИЕ ОСНОВНЫХ РАСЧЕТНЫХ ВЕЛИЧИН

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_H	условный модуль упругости закрытого несущего каната	$16 \cdot 10^7 \text{ кПа}$
E_H	условный модуль упругости каната двойной свивки с металлическим сердечником	$14 \cdot 10^7 \text{ кПа}$
E_0	условный модуль упругости каната двойной свивки с органическим сердечником	$12 \cdot 10^7 \text{ кПа}$
f	провес каната	м
F	площадь металлического сечения каната	см^2
GD^2	маховой момент	$\text{т} \cdot \text{м}^2$
g	ускорение силы тяжести	м/с^2
Q_r	производительность	т/ч
h	высота подъема	м
H	горизонтальная составляющая натяжения	кН
K	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_r	нагрузка от поднимаемого груза	кН
P_0	нагрузка от грузозахватных устройств	кН
P_T	нагрузка от грузовых тележек	кН
P	нагрузка от поддержек	кН
$T_{\text{раз}}$	разрывное усилие каната в целом	кН

Обозначение	Наименование	Величина измерения
q	сила тяжести одного метра каната	кН/м
S	тормозное усилие на барабане (шкиве)	кН
t_p	расчетная температура	°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
δ	коэффициент температурного удлинения стали	0,000012
φ	угол подхода каната к опоре	рад
λ	коэффициент полезного действия лебедки (привода)	-
μ	передаточное число	-
μ	коэффициент трения каната по ободу блока	-
i	кратность полиспаста	-
λ	расстояние между supports	м
W	сопротивление движению	кН
σ	расчетное напряжение	МПа

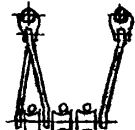
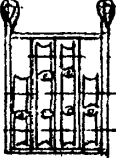
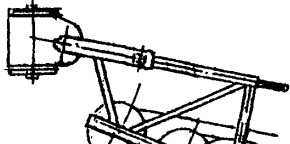






Термины и их определения

Термин	Схема	Определение
I. Кабельный кран		СТ СЭВ 723-77 РГМ 24.001.03-73
I.1. 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 эллипсовый		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 неподвижна, другая перемещается по круговому пути

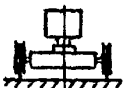

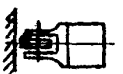






Термин	Схема	Определение
2. Опора		
2.1.Мачта на расчалках		Сооружение, на, котором закреплены канаты и оборудование для них. Высотой опоры считается расстояние от точки закрепления несущего каната до верха фундамента неподвижной опоры или до головки рельса подкранового пути подвижной опоры Мачта, закрепленная 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 порталная		Опора для эллинговых кранов, выполненная в виде портала
2.7.Тележка с машинным отделением		Опора крана в виде якорной тележки с машинным отделением, передвигающаяся по рельсовым путям

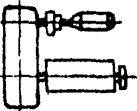
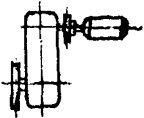
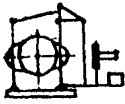
Термин	Схема	Определение
2.8.Тележка Якорная		Тележка, противоположная якорной тележке с машинным отделением
2.9.Эстакада подкрановая		Сооружение, предназначенное для устройства рельсовых подкрановых путей
2.10.Рельсовые подкрановые пути		Пути для передвижения по ним башен крана
3.Поддержки		Подвески 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.


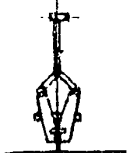
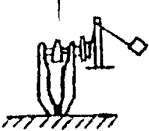
Термин	Схема	Определение
3.3.Поддержки неподвижные открытые		Поддержки в виде П-образных рамок неподвижно закрепленных к двум несущим канатам
3.4.поддержки неподвижные закрытые		Поддержки, закрепленные к неподвижному канату (одному или двум) для поддержания обратных ветвей канатов и электромагнетов
4.Оборудование 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 управляемый		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 гриффа
9.Тележка ремонтная		Тележка для ремонтных работ в пролете крана
10.Тележка ходовая		Тележка для передвижения башни по подкрановой путти


Продолжение табл.

Термин	Схема	Определение
10.1.Тележка вертикальная		Тележка, воспринимающая вертикальное усилие
10.2.Тележка наклонная		Тележка, воспринимающая горизонтальное и вертикальное усилие
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, снабженный затвором для опорожнения
14.Ковш		Короб для транспортирования и разгрузки наклонно выходящих или мешки стучих грузов
15.Грейфер		Грузозахватное устройство для автоматического захвата и выгрузки материала
16.Кобель		Грузозахватное устройство, загружаемое материалом и автоматически разгружаемое

Термин	Схема	Определение.
I7.Лебедка		Механизм, тяговое усилие которого передается посредством каната, наматываемого на барабан
I7.1.Лебедка подъемная		Лебедка для подъема груза
I7.2.Лебедка замыкающая		Лебедка для закрытия и подъема груза
I7.3.Лебедка под-держивающая		Лебедка для удержания груза в рас-крытом 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 посредством каната
I9.Шкив канато-ведущий		Шкив, передающий окружное усилие на счет огибающей тягового каната в его ободом.
20.Тормоз коло-дочный, автома-тический		Устройство для автоматической остано-вки механизма при отключении двига-теля; тормозные со-составляющие при-надлежат к тормозному шкиву

Термин	Схема	Определение
21. Канат несущий		Канат, по которому передвигается тележка с грузом
22. Канат подъемный		Канат для подъема груза
23. Канат тягловый для:		
23.1. передвижения грузовой тележки;		
23.2. передвижения приводных поддержек;		
23.3. передвижения крана (опоры) и удержания крана (опоры) от угрозы под действием ветра нерабочего состояния		
24. Канат для подспасов загромождения 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

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

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 клиновыми или заливочной 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 машины башни
42. Указатель забега башен		Прибор, указывающий величину забега 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

ТАБЛИЦЫ ДЛЯ РАСЧЕТА КАНАТОВ КАБЕЛЬНОГО КРАНА НА ВЦМ

Массив основных признаков

Таблица 1

Обозначение признаков	Характеристика признаков
ПР ₁ -1	Кран крановый
ПР ₁ -2	Кран грейферный
ПР ₂ -1	Система канатов одноярусная
ПР ₂ -2	Система канатов двухъярусная
ПР ₃ -1	Поддержки приводные с многоступенчатым барабаном
ПР ₃ -2	Поддержки приводные с многоступенчатым барабаном и полиместным натяжным устройством
ПР ₃ -3	Поддержки приводные с канатозводящим блоком и грузовым натяжным устройством
ПР ₃ -4	Поддержки неподвижные
ПР ₄ -1	Передвижение грузовой тележки осуществляется барабанной лебедкой без натяжного устройства
ПР ₄ -2	Передвижение грузовой тележки осуществляется приводом с канатозводящим шкивом, натяжное устройство одностороннее
ПР ₄ -3	Передвижение грузовой тележки осуществляется приводом с канатозводящим шкивом, натяжное устройство двустороннее

Исходные данные для расчета канатов

Наименование параметра, единица измерения

1. Длина пролета, м
2. Угол наклона хорды пролета, рад.
3. Расстояние тележки с грузом от опоры А, м
4. Нагрузка от грузовой тележки, 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
10. Количество пар поддержек
11. Количество несущих канатов
12. Количество ветвей подъемного каната в пролете
13. Количество ветвей тягового каната для передвижения грузовой тележки в пролете
14. Количество ветвей тягового каната для передвижения поддержки в пролете
15. Натяжение подъемного каната в пролете от грузовой тележки устройства (без полезного груза), кН
16. Натяжение тягового каната для передвижения грузовой тележки в пролете со стороны натяжного устройства, кН
17. Натяжение тягового каната для передвижения поддержки в пролете со стороны натяжного устройства, кН.
18. Временное сопротивление разрыву несущего каната, МПа
19. 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

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.

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 канатопроводящего шкива
55. Угол обхвата канатом канатопроводящего шкива, рад.
56. Коэффициент запаса надежности сцепления тягового каната с канатопроводящим шкивом
57. Диаметр барабана лебедки (канатопроводящего 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.м²
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 наибольшей, 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

РАЗРАБОТЧИКИ АЛГОРИТМА И ПРОГРАММЫ:
ЭНИПТИМАШ И ИНСТИТУТ ГОРНОЙ МЕХАНИКИ АН СССР

ПРИМЕР РАСЧЕТА КАНАТОВ КАБЕЛЬНОГО КРАНА НА ЭЦВМ

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

КРЯКОВОЙ КРАН С ДВУХБАРУСНОЙ СИСТЕМОЙ КАНАТОВ
КРАН С ПРИВОДИМЫМИ ПОДДЕРЖКАМИ
ПРИВОД С КАНАТОВОЕДИЩНИМ ШКИВОМ
ДВУСТОРОННЕЕ НАТЯЖНОЕ УСТРОЙСТВО
КАНАТЫ ПОДДЕРЖЕК ПРИВОДЯТСЯ В ДВИЖЕНИЕ ПРИВОДОМ
ОТ БЛОКА ТЯГОВОГО КАНАТА

Таблица 1

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 ПРИТОСТИ НЕСУЩЕГО КАНАТА, КПа	160000000,00
19. РАЗНОСТЬ ТЕМПЕРАТУР, ГРАД	0,00
20. КРАТНОСТЬ ПОПЫСКОВ	2
21. КОЛИЧЕСТВО ОТКЛОНЯЮЩИХСЯ 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 λ/σ	40
26. ВРЕМЕННОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ РАЗРЫВУ ПОДЪЕМНОГО КАНАТА, МПа	1764
27. КОЭФФИЦИЕНТ ЗАПАСА ПРОЧНОСТИ ПОДЪЕМНОГО КАНАТА	3,00
28. ДИАМЕТР БУНДАНЫ ПРЕДЕЛ ПОДЪЕМНОГО	1,60

Продолжение табл.1

НАИМЕНОВАНИЕ ПАРАМЕТРА, ЕДИНИЦА ИЗМЕРЕНИЯ	ЗНАЧЕНИЕ
29. МАССА БАРАБАНА, т	3.30
30. ОБЩЕЕ ПЕРЕДАТОЧНОЕ ЧИСЛО ЛЕБЕДКИ	8.23
31. КОЭФФИЦИЕНТ ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ЛЕБЕДКИ	0.98
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/мм ²	120000000.00
41. КОЛИЧЕСТВО ВРАЩАЮЩИХСЯ ОТКЛОНЯЮЩИХ БЛОКОВ	3
42. КОЛИЧЕСТВО ОТКЛОНЯЮЩИХ БЛОКОВ ПРИ ПЕРЕДВИЖЕНИИ ПРИВОДНЫХ ПОДДЕРЖЕК	6
43. ПРИВЕДЕННЫЙ КОЭФФИЦИЕНТ СОПРОТИВЛЕНИЯ ВРАЩЕНИЮ БЛОКОВ 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 ГРЯЗНОЙ ПОДВЕСКИ, кн	31.39
61. НАИБОЛЬШЕЕ ДОПУСТИМОЕ УСКОРЕНИЕ(ЗАМЕДЛЕНИЕ) ГРУЗОВОЙ ТЕЛЕЖКИ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВАНИИ ГРУЗА НА ГОРИЗОНТАЛЬНОМ ПУТИ	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. ПОПОННАЯ 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 $X = 50.0$ М	4.24	809.22
НА ОПОРЕ В, ПРИ $X = 950.0$ М	4.25	672.66
1.11. СУММАРНОЕ НАТЯЖЕНИЕ СИСТЕМЫ КАНАТОВ, КН		
НА ОПОРЕ А, ПРИ $X = 50.0$ М	4.32	2116.38
НА ОПОРЕ В, ПРИ $X = 950.0$ 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 ($X=0, F=0$), КН	4.14	1633.99
1.14. ВЕРТИКАЛЬНЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ СУММАРНОГО НАТЯЖЕНИЯ СИСТЕМЫ КАНАТОВ, КН		
НА ОПОРЕ А, ПРИ $X=1000.0$ М	4.24	425.18
НА ОПОРЕ В, ПРИ $X=0.0$ М	4.25	311.08
1.15. СУММАРНОЕ НАТЯЖЕНИЕ СИСТЕМЫ КАНАТОВ, КН		
НА ОПОРЕ А, ПРИ $X=1000.0$ М	4.32	1688.40
НА ОПОРЕ В, ПРИ $X=0.0$ 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, ЕДИНИЦЫ 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, КН 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 ПРОВОС НЕСУЩЕГО КАНАТА, М	5.5	55.34
2.11. ДЛИНА НЕСУЩЕГО КАНАТА ПРИ МОНТАЖЕ, М	5.6	1006.76
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		1866
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 РАСТОЯНИИ 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, КН	5.28	11.07
4.12. МАКСИМАЛЬНОЕ ДАВЛЕНИЕ РАБОЧИХ КАНАТОВ НА ПОДДЕРЖКУ ПРИ МОНТАЖЕ, КН		27.38
4.13. МАКСИМАЛЬНОЕ ДОПУСТИМОЕ РАСТОЯНИЕ 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 ОБЕГНУВШЕЙ 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

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	31.93
6.3. КОЭФФИЦИЕНТ ПРИВЕДЕННОЙ ЖЕСТКОСТИ СИСТЕМЫ КАНАТОВ, КН/М	6.5	57.34
6.4. КОЭФФИЦИЕНТ ДВУХ ПЕРЛЕДЫХ ВЕТВЕЙ ПОДЪЕМНОГО КАНАТА, КН/М	6.6	85.70
6.5. НАИБОЛЬШИЙ МОМЕНТ, РАЗВИВАЕМЫЙ ЛЕВТРО- ДВИГАТЕЛЕМ 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	6.10	124.93
6.8. ЗАПАС ПРОЧНОСТИ ПОДЪЕМНОГО КАНАТА С УЧЕТОМ ДИНАМИКИ	5.9	4.17
6.9. УСИЛИЕ В ПОДЪЕМНОМ КАНАТЕ ПРИ ОПРАНИ- ЧЕНИИ 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 ГН		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	6.23	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	2.60
6.20. НИЗКАЯ ЧАСТОТА СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ СИСТЕМЫ КАНАТОВ ПРИ РАЗГОНЕ БЕТОН- НОЙ СМЕСИ, Г/С	6.19	0.4
6.21. ПЕРИОД СОБСТВЕННЫХ КОЛЕБАНИЙ СИСТЕМЫ КАНАТОВ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ, С	6.11	0.7
6.22. МИНИМАЛЬНОЕ ВРЕМЯ РАЗГОНКИ	6.14	17.7
7. РАСЧЕТ КАНАТОВ ПРИ ПЕРЕДВИЖЕНИИ ГРУЗА ПО ПУТИ		
7.1. ОКРУЖНОЕ УСИЛИЕ, РАЗВИВАЕМОЕ ДВУМЯ ДВИ- ГАТЕЛЯМИ НА ОБОДЕ КАНАТОВОГО ВОРОТА		

Продолжение табл.3

НАИМЕНОВАНИЕ РАСЧЕТНОЙ ВЕЛИЧИНЫ, ЕДИНИЦ ИЗМЕРЕНИЯ	НОМЕР ФОРМУЛЫ	ЗНАЧЕНИЕ
7.2. МАССА ПРИВОДА, ПРИВЕДЕННАЯ К ОБОДУ КАНАТОВОДЯЩЕГО ШКИВА-ПРИВОДА ПРИ РАЗГОНЕ	6.2	22.17
7.3. МАССА ПРИВОДА, ПРИВЕДЕННАЯ К ОБОДУ КАНАТОВОДЯЩЕГО ШКИВА-ПРИВОДА ПРИ ТОРМОЖЕНИИ	6.3	26.69
7.4. ПРИВЕДЕННАЯ МАССА ГРУЗОВЫХ ТЕЛЕЖЕК И ТЯГОВЫХ КАНАТОВ ГРУЗОВОЙ ТЕЛЕЖКИ И ПОДДЕРЖЕЛ	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
7.5. 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
7.9. 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, КН	6.36	222.99
7.10. НАТЯЖЕНИЕ ХВОСТОВОГО ТЯГОВОГО КАНАТА ПРИ ПОЛОЖЕНИИ ГРУЗОВОЙ ТЕЛЕЖКИ НА РАССТОЯНИИ 50. М ОТ ОПОРЫ А, КН	6.37	66.24
7.11. ЗАПАС ПРУЧНОСТИ ГОЛОВНОГО ТЯГОВОГО КАНАТА ГРУЗОВОЙ ТЕЛЕЖКИ	5.15	2.57
7.12. НАИБОЛЬШЕЕ УСКОРЕНИЕ ГРУЗОВОЙ ТЕЛЕЖКИ С ГРУЗОМ С**2	6.46	1.94
7.13. НАИБОЛЬШАЯ АМПЛИТУДА КОЛЕБАНИЙ ГРУЗА НА ГИБКОЙ ПОДВЕСКЕ, М	6.40	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/С^{**2}	6.42	0.39
7.16. ОРИЕНТОВАННОЕ НАТЯЖЕНИЕ НА ПРИВОДЕ ПРИ ТРАНСПОРТИРОВАНИИ ГРУЗА НА КОРОТКИХ КАНАТАХ С ЗАДАНЫМ 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 ПРУЧНОСТИ 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 КАНАТОВЕДЯЩИМ ШКИВОМ ПРИВОДА	5.12	1.23

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
Рекомендуемое

Параметры кабельных кранов

1. Грузоподъемность крана следует принимать по ряду: I; I,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; 1,2; 1,6; 2,0; 2,5; 3,2; 4,0; 5,0; 5,3 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	7.10.4;7.10.7		
ГОСТ 1050-74	7.10.7		
ГОСТ 1451-77	9.22;9.23;9.25		
ГОСТ 2105-75	7.6I		
ГОСТ 2698-80	5.2.1;5.3.1;5.4.1; 5.5.1		
ГОСТ 3063-80	5.6.1;5.7.4		
ГОСТ 3064-80	5.6.1;5.7.4		
ГОСТ 3065-80	5.6.1;5.7.4		
ГОСТ 3066-80	5.6.1;5.7.4		
ГОСТ 3067-74	5.1.1;5.6.1;5.7.4		
ГОСТ 3068-74	5.1.1;5.6.1;5.7.4		
ГОСТ 3077-80	5.3.1;5.4.1		
ГОСТ 3079-80	5.2.1;5.3.1;5.4.1		
ГОСТ 3088-80	5.1.1;5.6.1;5.7.4		
ГОСТ 3090-73	5.6.1;5.7.4		
ГОСТ 4121-76	7.10.4		
ГОСТ 6627-74	7.6.1		
ГОСТ 7173-74	7.10.4		
ГОСТ 7665-80	5.2.1;5.3.1;5.4.1		
ГОСТ 7667-80	5.2.1;5.5.1		
ГОСТ 7668-80	5.2.1;5.3.1;5.4.1; 5.5.1		
ГОСТ 7669-80	5.5.1		
ГОСТ 7670-80	5.2.1;5.3.1;5.4.1		
ГОСТ 7675-73	5.1.1;5.6.1;5.7.4		
ГОСТ 7676-73	5.1.1;5.6.1;5.7.4		

Продолжение перечня

Обозначение документов	Номер пункта РТУ	Обозначение документов	Номер пункта РТУ
ГОСТ 10506-76	5.1.1;5.6.1;5.7.4	Правила устройств и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов, Металлургия, М., 1970	7.8.13
ГОСТ 12840-80	7.6.2		
ГОСТ 16853-71	5.3.1	Правила устройств электростанций (ПЭС), Энергоиздат, М., 1977	8.1;8.2
ГОСТ 18900-73	5.6.1;5.7.4		
ГОСТ 18901-73	5.1.1;5.7.4		
ГОСТ 18902-73	5.1.1;5.6.1;5.7.4		
ГОСТ 21354-76	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. I		
РТУ 24.001.03-73	Приложение 2, табл. I		
РТУ 24.090.12-76	7.11.1		
РТУ 24.090.15-76	7.11.1		
РТУ 24.090.16-76	7.11.1		
РТУ 24.090.17-76	7.11.1		
РТУ 24.090.18-76	7.11.1		
РТУ 24.090.19-76	7.8.14;7.11.1		
РТУ 24.090.21-76	7.8.4;7.11.1;9.33		
РТУ 24.090.33-77	7.11.1		
СНП П-4-79	8.1		
СНП П-6-74	9.27;9.29;9.30;9.34		
СНП П-23-81	1.5		
СНП 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.....	1.
2. Выбор параметров и определение производительности.....	2
3. Система канатов.....	5
4. Статический расчет канатной системы.....	11
5. Выбор канатов.....	22
5.1. 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.....	41
5.6. Канат для подвески электрокабелей.....	43
5.7. Канат оттяжки мачт.....	44
6. Динамический расчет канатов.....	46
6.1. Общие положения.....	46
6.2. Динамика несущего и подъемного канатов.....	48
6.3. Динамика тягового каната.....	53
7. Требования к механическому оборудованию.....	57
7.1. 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 для подъемного, тягового и других канатов.....	60
7.5. Блоки.....	60
7.6. Крюковые подвески.....	61
7.7. Трайферы.....	61
7.8. Лебедки и приводы.....	61

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 ЭЦМ	88
Приложение 1. Обозначения основных расчетных величин.....	91
Приложение 2. Термины и их определения.....	93
Приложение 3. Таблицы для расчета канатов кабельного крана на ЭЦМ	102
Приложение 4. Пример расчета канатов кабельного крана на ЭЦМ	106
Приложение 5. Параметры кабельных кранов.....	113
Перечень документов, на которые имеются ссылки в РТМ.....	114

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Поряд- ковый номер	Номер листов (страниц)				Дата и номер указа- ния об утверж- дении	Под- пись	Дата	Срок введения
	изме- ненных	замене- нных	новых	аннули- рован- ных				