

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ**

Кафедра «Автомобильные дороги, мосты и тоннели»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению расчетно-графической работы по курсу
«ТЕХНОЛОГИЯ СООРУЖЕНИЯ ПОДХОДОВ К МОСТАМ
ГИДРОМЕХАНИЗИРОВАННЫМ СПОСОБОМ»
для студентов по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство»,
профиль «Автодорожные мосты и тоннели».

Казань 2016

УДК 625.731.2
ББК 39.112

Методические указания по выполнению расчетно-графической работы по курсу «Технология сооружения подходов к мостам гидромеханизированным способом» для студентов по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство», профиль «Автодорожные мосты и тоннели».

/О.К. Петропавловских.– Казань: Изд-во Казанск. Гос. архитект.-строит. ун-та, 2016.- 32 с.

Печатается по решению Редакционно-издательского совета Казанского государственного архитектурно-строительного университета.

В настоящих указаниях рассматриваются вопросы изучения конструкций фрезерного рыхлителя, папильонажной лебедки, земснаряда, водосбросного колодца для выполнения расчетно-графической работы по курсу дисциплины «Технология сооружения подходов к мостам гидромеханизированным способом». Даны рекомендации и приведены способы расчета основных параметров: фрез, водосбросных колодцев, лебедок и земснарядов. Методические указания предназначены для использования в учебном процессе для студентов, обучающихся по профилю «Автодорожные мосты и тоннели».

Табл. 12, рис. 8, библиогр. 10.

Рецензент: директор ООО НПЦ «Мосты» И.С.Габидуллин

УДК 625.731.2
ББК 39.112

© Казанский государственный
архитектурно-строительный
университет, 2016 г.

© Петропавловских О.К. 2016

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	4
1. Устройство и расчет рыхлителя фрезерного типа	4
1.1. Конструктивные решения и работа грунтозаборного устройства с фрезерным рыхлителем	4
1.2. Определение конструктивных размеров	6
1.3. Расчет энергетических параметров фрезы	7
2. Изучение конструкций и расчет папильонажной лебедки	11
2.1. Общий расчет лебедки	12
3. Изучение устройства и рабочие процессы земснарядов	18
3.1. Общий расчет и выбор земснаряда	19
4. Изучение конструкций и расчет водосбросного колодца	27
4.1. Конструктивные решения и работа водосбросных устройств	27
4.2. Определение основных параметров	28
Литература	31

ВВЕДЕНИЕ

Методические указания содержат необходимые рекомендации по разработке расчетно-графической работы по дисциплине «Технология сооружения подходов к мостам гидромеханизированным способом». В методических указаниях приведены справочные материалы, общие принципы расчета и примеры расчета гидромеханизированного оборудования.

Цель настоящих методических указаний – закрепление теоретических навыков студентов, применение их при решении инженерных задач, приобретение навыков самостоятельной работы с технической литературой.

Расчетно-графическая работа (РГР) разрабатывается на основании вариантов заданий для каждого студента приведенных в методических указаниях. Перед началом выполнения работы студенту необходимо детально знакомиться с заданными конструктивными и техническими параметрами средств гидромеханизации. Изучить особенности рабочих процессов земснаряда. В пояснительной записке необходимо привести краткое описание конструкций рыхлителей фрезерного типа, папильонажной лебедки, земснаряда и водосбросных колодцев. Затем выполнить расчеты: основных параметров фрезы, лебедки, земснаряда, водосбросных колодцев.

1. Устройство и расчет рыхлителя фрезерного типа

Содержание работы:

1. Изучение конструкций рыхлителей фрезерного типа.
2. Расчет основных параметров фрезерного рыхлителя.

1.1. Конструктивные решения и работа грунтозаборного устройства с фрезерным рыхлителем.

Разработка тяжелых грунтов земснарядами невозможна без предварительного механического разрыхления. Для этой цели используются различные типы механических разрыхлителей: фрезерные, роторно-ковшовые, винтовые, цепные с ковшами или зубьями, волочащиеся, качающиеся, вибрационные и комбинированные - гидрофрезерные. Фрезерные разрыхлители получили наиболее широкое распространение. Современные земснаряды в основном комплектуются рыхлителями фрезерного типа (рис. 1.).

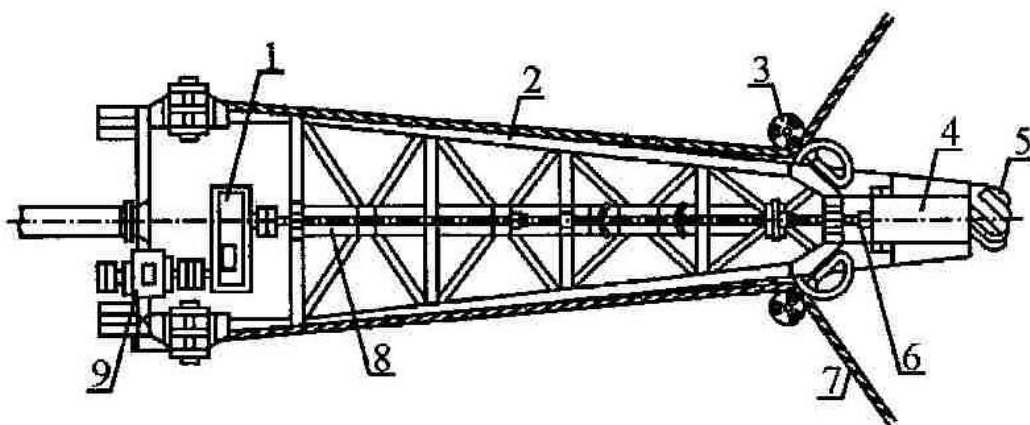


Рис. 1. Фрезерный рыхлитель:

1 - редуктор; 2 - рама; 3 - папильонажный блок; 4 - наконечник; 5 - фреза; 6 - вал фрезы; 7 - трос; 8 - вал привода; 9 - электродвигатель.

Фрезерный рыхлитель монтируют на жесткой раме 2. Рама служит основой для размещения фрезы 5 и ее привода, состоящего из электродвигателя 9, редуктора 1 и вала 8. Редуктор понижает частоту вращения вала 8, расположенного вдоль оси рамы. Фреза 5 закреплена на конце вала 6, параллельно которому расположен наконечник 4, входящий внутрь полости фрезы. Рама рыхлителя шарнирно соединена с корпусом земснаряда и перемещается в вертикальном направлении штоками гидроцилиндров или тросами. На ней закреплены блоки 3 для папильонажных тросов 7, перемещающих рыхлитель по горизонтали.

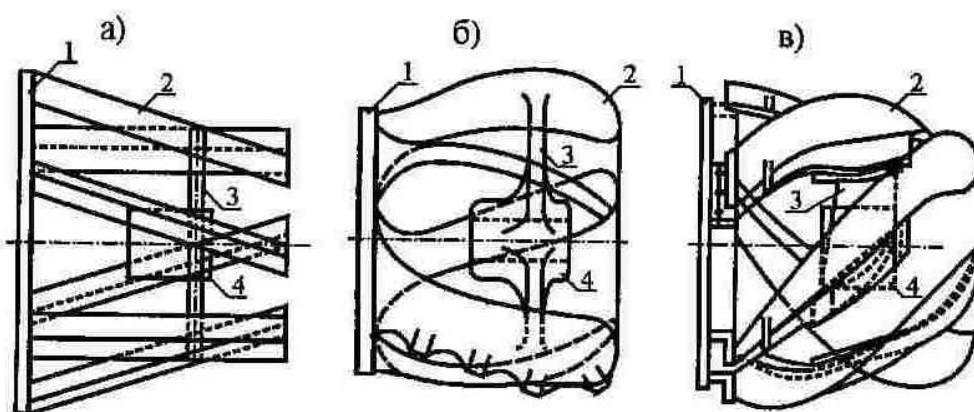


Рис. 2. Фрезы открытого типа:

а - с прямыми ножами, б - типа «Монзунд», в - ложковая; 1 - тыльное кольцо; 2 - нож; 3 - спица; 4 - ступица.

Фрезы для разработки грунта подразделяются по конструкции на два основных типа: открытые и закрытые. Открытая фреза (рис. 2, а) представляет собой ряд (пять и более) ножей 2, расположенных по окружности под некоторым углом к оси вращения. Ножи закреплены посредством спиц 3 к центральной ступице 4, имеющей коническое отверстие для посадки на головной вал. Ножи служат не только для отделения грунта от массива, но и для направления его к приемному

отверстию наконечника, поэтому им придается некоторый угол по отношению к тыльному кольцу 1, соединяющему концы ножей для создания необходимой жесткости всей конструкции фрезы. Спицам также придан наклон подобно лопастям шнека для подачи грунта с торца фрезы к приемному отверстию наконечника. Фрезы с прямыми ножами наиболее просты в изготовлении и предназначены для разработки связных, но не налипающих грунтов.

Фреза «Монзунд» (рис. 2, б) предназначена для разработки очень плотных и налипающих грунтов. Она отличается особой волнообразной формой режущей кромки, уменьшающей потребные усилия резания и налипаемость грунта. Ложковой фрезой (рис. 2, в) разрабатывают тяжелые налипающие грунты.

Для разработки тяжелых глин применяют фрезы с мощными ножами, режущие кромки которых снабжены сменными зубьями наподобие режущих кромок экскаваторных ковшей.

Основным недостатком всех фрез является одностороннее направление их вращения, что обеспечивает нормальные условия резания грунта лишь при движении (проходке) рыхлителя в одну сторону, т. е. в том случае, когда ножи движутся снизу вверх, в подрез. При обратной проходке рыхлителя ножи двигаются сверху вниз (в накат) и фреза при большой плотности грунта и небольшой массе рыхлителя может покатиться по нему и рыхлитель «выкатится» из забоя. Поэтому фрезерные рыхлители должны иметь массу достаточную для создания усилий резания.

1.2. Определение конструктивных размеров

Последовательность расчета

Размеры фрезы (диаметр и длина) должны быть согласованы с размерами зоны активного всасывания, зависящими от подачи грунтового насоса, формы и размеров зева грунтоприемника. С их увеличением возрастает глубина зоны активного всасывания и следовательно, большими можно принимать размеры фрезы.

Производительность земснаряда по грунту может лимитироваться условиями грунтозабора или гидротранспорта, причем эти условия в значительной мере определяются параметрами рыхлителя. Поэтому количество грунта, нарезаемого фрезой, должно быть не меньше того, которое может транспортировать грунтонасосная установка.

При послойной разработке грунта (глины, суглинки) связь между размерами фрезы и ее производительностью записывается в виде:

$$Q_{\phi} = 60L_{\phi}D_{\phi}V_nK_LK_DK_{np}, \quad (1)$$

где Q_{ϕ} – паспортная часовая производительность земснаряда по грунту, м³/ч (табл.2);

L_{ϕ} – длина фрезы, м;

D_{ϕ} – диаметр фрезы, м;

V_n – скорость папильонирования, м/мин (табл. 2);

K_L – коэффициент, характеризующий степень использования фрезы по длине, ($K_L = 0,55-0,90$);

K_D – коэффициент, характеризующий степень использования фрезы по диаметру, ($K_D = 0,85-0,95$);

K_{np} – коэффициент просора грунта (табл. 2).

Исходя из производительности земснаряда Q_u (м³/ч) по условиям гидротранспорта при оптимальных технологических параметрах резания, диаметр фрезы (рис. 3) определяем по формуле:

$$D_\phi = 0,23Q_u^{0,35} \quad (2)$$

Длину фрезы L_ϕ (м) выбираем в зависимости от ее диаметра и рода разрабатываемого грунта из соотношения: $\frac{L_\phi}{D_\phi} = 0,65 \dots 0,90$

Число ножей z_ϕ фрезы принимаем равным 4 - 6 в зависимости от размеров фрезы, по формуле:

$$z_{\min} = \frac{k\pi D_\phi}{L_\phi \operatorname{tg} \varphi}, \quad (3)$$

где k – коэффициент перекрытия ножей, ($k = 1,1-1,5$);

φ – угол наклона ножей к оси вращения фрезы, ($\varphi = 42-45^\circ$).

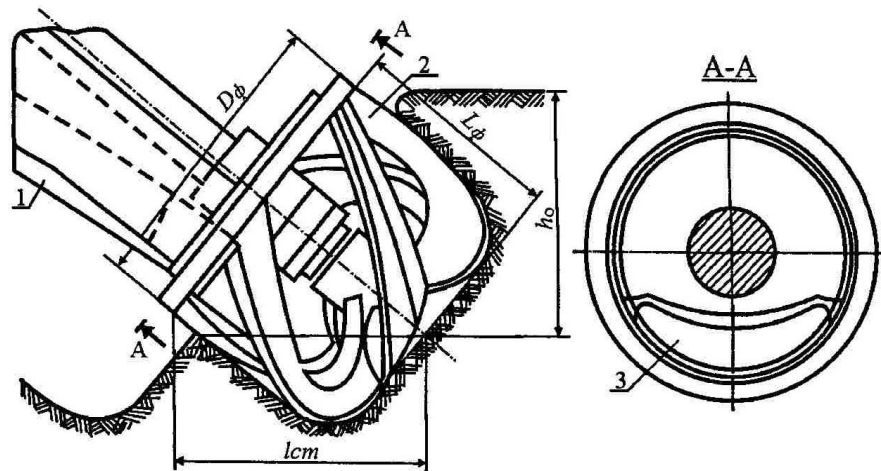


Рис. 3. Грунтозаборное устройство с фрезерным рыхлителем: 1 – всасывающая труба грунтового насоса; 2 – нож фрезы; 3 – грунтоприемник.

1.3. Расчет энергетических параметров фрезы

1. Определение мощности привода фрезерного рыхлителя

Мощность привода фрезерного рыхлителя находим по формуле:

$$N_\phi = Q_u N_{y\phi}, \quad (4)$$

где $N_{y\phi}$ – удельная мощность привода фрезерного рыхлителя, приходящаяся на 1м³ часовой производительности, кВт.

Значение удельной мощности привода фрезерного рыхлителя $N_{уд}$ выбираем из (табл. 1).

Таблица 1

Удельная мощность привода фрезерного рыхлителя

Грунт	$N_{уд}$, кВт
Пески рыхлые неслежавшиеся	0,20-0,30
Пески слежавшиеся, иловатые пески	0,35-0,45
Илы слежавшиеся, суглинки легкие	0,45-0,60
Глины легкие нежирные	0,60-0,75
Глины плотные	0,75-0,90
Скала мягкая	0,90-1,20

2. Определение крутящего момента на валу рыхлителя

Исходя из полной мощности двигателя привода, рассчитываем вал рыхлителя на передачу крутящего момента:

$$\dot{I}_{\delta} = \frac{975 \varepsilon \eta N_{\delta}}{n_{\delta}}, \quad (5)$$

где ε – коэффициент перегрузки двигателя, ($\varepsilon = 1,2-2,0$);

η – к.п.д. привода фрезы;

n_{ϕ} – частота вращения вала привода фрезы, об/мин.

3. Определение частоты вращения вала привода фрезы:

$$n_{\delta} = \frac{V_{\delta}}{\pi D_{\delta}}, \quad (6)$$

где V_{ϕ} – скорость вращения фрезы (табл. 2).

Таблица 2

Варианты заданий

№ варианта	Q_{ϕ} , м ³ /ч	V_n , м/мин	K_{np}	η	V_{ϕ} , м/с	Грунт
1	1600	3,0	0,75	0,80	2,0	Песок рыхл.
2	1300	4,0	0,85	0,90	2,5	Песок слеж.
3	2200	5,0	0,80	0,85	2,0	Песок илов.
4	4000	6,0	0,75	0,85	2,5	Ил слеж.
5	4000	7,0	0,80	0,90	2,0	Глина легкая
6	1300	3,0	0,85	0,80	2,5	Глина плотная
7	1600	5,0	0,75	0,90	2,0	Суглинок
8	2200	4,0	0,80	0,85	2,5	Ил слеж.
9	4000	6,0	0,85	0,90	2,0	Глина легкая
10	1600	3,0	0,80	0,85	2,5	Песок рыхл.
11	2200	5,0	0,85	0,90	2,0	Песок слеж.
12	4000	7,0	0,75	0,80	2,5	Песок илов.
13	1300	4,0	0,80	0,90	2,0	Ил слеж.
14	1600	6,0	0,75	0,85	2,5	Глина плотная

15	2200	5,0	0,80	0,90	2,0	Песок илов.
16	4000	6,0	0,75	0,80	2,5	Песок рыхл.
17	1300	5,0	0,80	0,85	2,0	Глина плотная
18	2200	7,0	0,75	0,90	2,5	Глина легкая
19	1600	4,0	0,85	0,80	2,0	Песок рыхл.
20	2200	6,0	0,75	0,85	2,5	Глина плотная
21	4000	5,0	0,80	0,90	2,0	Глина легкая
22	1300	6,0	0,75	0,85	2,5	Песок рыхл.
23	1600	7,0	0,80	0,90	2,0	Песок слеж.
24	2200	7,0	0,75	0,85	2,5	Глина легкая
25	4000	7,0	0,85	0,90	2,0	Песок рыхл.

Пример расчета

№ варианта	Q _ч , м ³ /ч	V _н , м/мин	K _{пр}	η	V _ф , м/с	Грунт
2	1300	4,0	0,85	0,90	2,5	Песок слежавшийся

Решение

Диаметр фрезы определяем по формуле:

$$D_{\phi} = 0,23Q_{\div}^{0,35} = 0,23*1300^{0,35} = 2,83 \text{ м}.$$

Длину фрезы L_{ϕ} (м) выбираем из соотношения:

$$\frac{L_{\phi}}{D_{\phi}} = 0,65 \dots 0,90$$

В нашем случае принимаем соотношение длины к диаметру равным 0.7, тогда длина фрезы равна:

$$L_{\phi} = 0.7 * 2.83 \text{ м} = 1.98 \text{ м}.$$

Число ножей z_{ϕ} фрезы принимаем равным 4 - 6 в зависимости от размеров фрезы, по формуле:

$$z_{\phi} = \frac{k\pi D_{\phi}}{L_{\phi} \operatorname{tg} \varphi} = \frac{1.3 * 3.14 * 2.83}{1.98 * 1} = 5.83$$

где k – коэффициент перекрытия ножей, ($k = 1,1-1,5$);

φ – угол наклона ножей к оси вращения фрезы, ($\varphi = 42-45^{\circ}$).

Принимаем число ножей фрезы $z_{\phi} = 6$.

Расчет энергетических параметров фрезы

1. Определение мощности привода фрезерного рыхлителя.

Значение удельной мощности привода фрезерного рыхлителя N_{yd} выбираем из (табл. 1).

Удельная мощность привода фрезерного рыхлителя

Грунт	N_{yd} , кВт
Пески слежавшиеся, иловатые пески	0,35-0,45

Мощность привода фрезерного рыхлителя находим по формуле:

$$N_{\phi} = Q_{\phi} N_{yd} = 1300 \cdot 0.4 = 520 \text{ кВт}$$

2. Определение крутящего момента на валу рыхлителя

Частота вращения вала привода фрезы:

$$n_{\phi} = \frac{V_{\phi}}{\pi D_{\phi}} = \frac{2.5}{3.14 \cdot 2.83} = 0.281 \text{ с}^{-1} = 16.86 \text{ мин}^{-1},$$

где V_{ϕ} – скорость вращения фрезы (табл. 2).

Тогда, исходя из полной мощности двигателя привода, рассчитываем вал рыхлителя на передачу крутящего момента:

$$\dot{I}_{\delta} = \frac{975 \varepsilon \eta N_{\phi}}{n_{\phi}} = \frac{9752 \cdot 0.9 \cdot 520}{16.86} = 54128 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Параметры подобранной фрезы

Диаметр фрезы, м	Длина фрезы, м	Число ножей	Мощность привода рыхлителя, кВт	Крутящий момент на валу, кН * м
2.83	1.98	6	520	54128

2. Изучение конструкций и расчет папильонажной лебедки

Содержание работы:

1. Начертить схему работы лебедки.
2. Выполнить общий расчет лебедки согласно заданному варианту (табл. 5.).

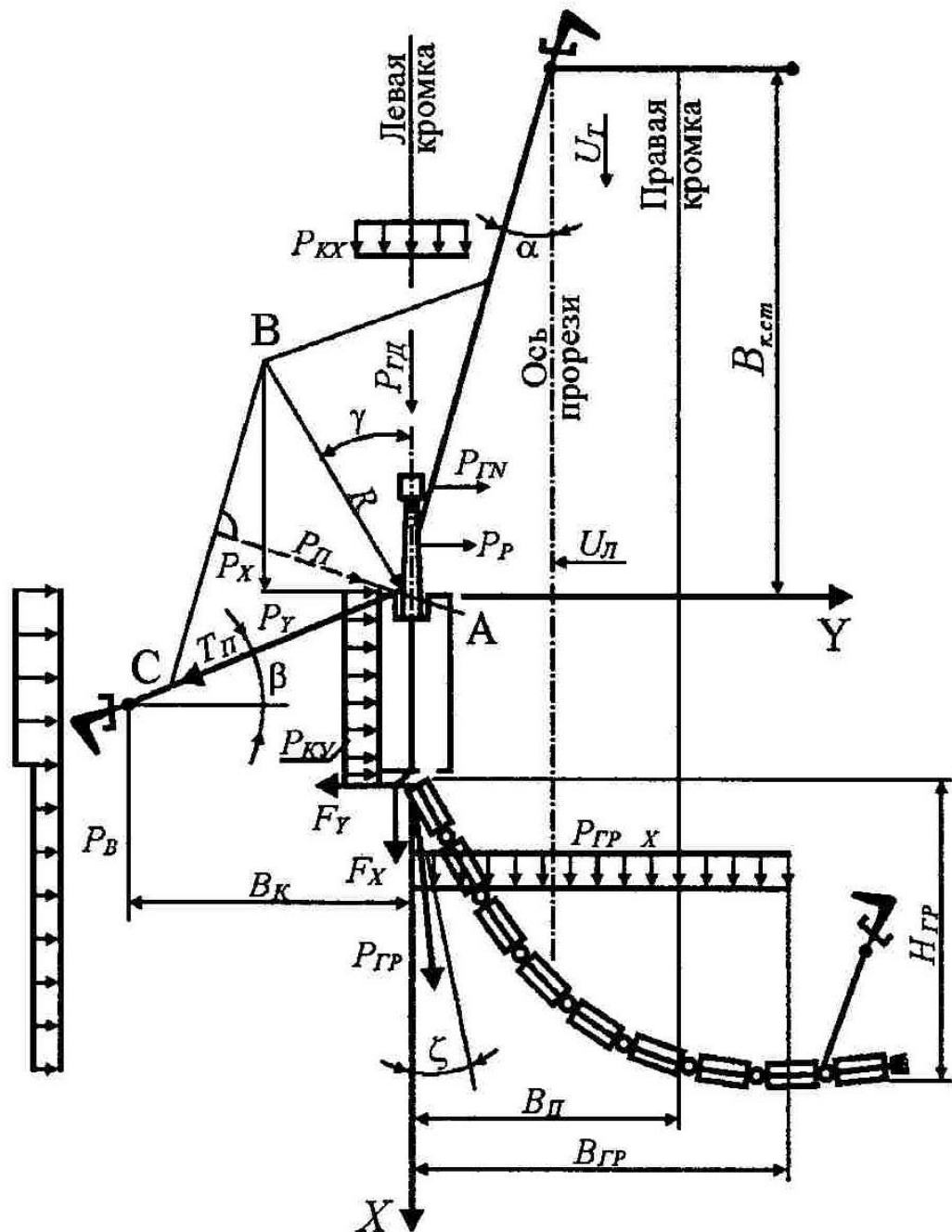


Рис. 4. Схема нагрузок на лебедку якорного земснаряда

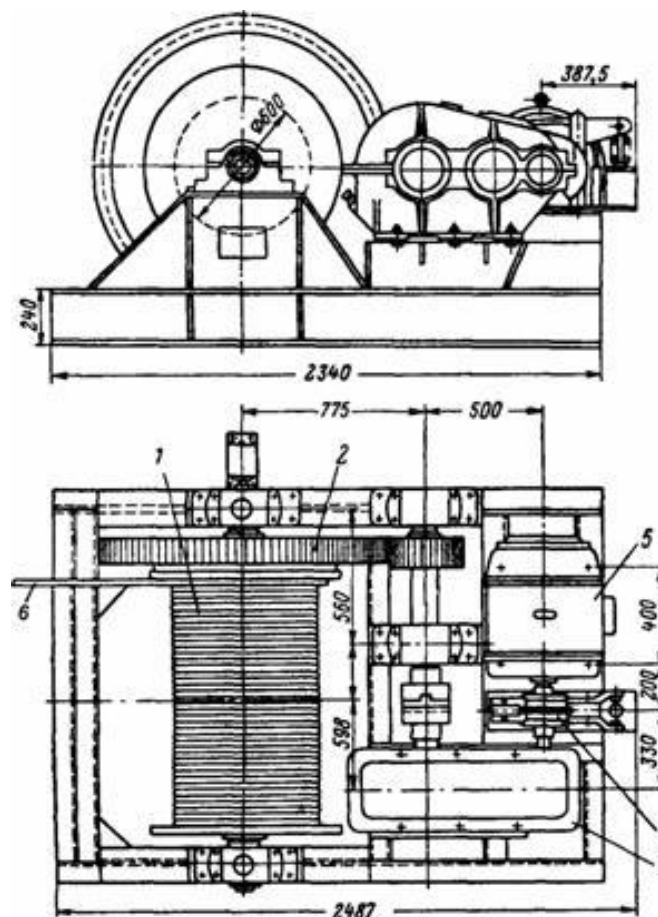


Рис. 5. Папильонажная лебедка землесосного снаряда 350 – 50Л

1 – барабан с диаметром 600 мм; 2 – открытая передача;
3 – редуктор РМ - 500; 4 – тормоз ТКТГ – 200; 5 – электродвигатель мощностью 20 кВт; 6 – канат стальной 31 – 170 – 1 – 0.

2.1. Общий расчет лебедки

Максимальное натяжение каната:

$$S_{\max} = \frac{R}{\cos(\alpha + \beta)}, \quad (7)$$

где R – результирующая внешняя нагрузка на земснаряд, кг;

α – угол между становым канатом и осью прорези;

β – угол между папильонажным канатом и нормалью к оси прорези.

Разрывное усилие в канате:

$$S_p = S_{\max} n_m \quad (8)$$

где n_m – запас прочности каната ($n_m = 3-5$).

По разрывному усилию выбираем канат (табл. 3).

Таблица 3

Характеристика проволочных стальных канатов

Диаметр каната d_k	Масса 100м каната, кг	Предел прочности при растяжении, кг/мм ²				
		140	160	170	180	200
8,3	256	-	2459	2650	2685	2930
9,1	305	-	3555	3775	3896	4245
9,9	358	-	4236	4500	4640	5069
11,0	462	-	4985	5296	5455	5955
12,0	527	-	6415	6815	7025	7665
13,0	596	7255	7325	7780	8120	8750
14,0	728	9050	8296	8810	9085	9910
15,0	844	9250	10100	10750	11050	12000
16,5	1025	10400	11100	12450	12850	14000
18,0	1220	13800	14200	15000	15530	16950
19,5	1405	16950	17050	18000	19850	20250
21,0	1635	19300	19850	20750	21350	23300
22,5	1850	22450	22750	24400	24850	27700
24,0	2110	25300	25650	27250	29100	30650

Диаметр барабана:

$$D_{\sigma} = 5d_k n_{\phi}, \quad (9)$$

где n_{ϕ} – фактический запас прочности каната, набегающего на барабан, ($n_{\phi} = 5-7$)

Длина каната, навиваемого на барабан:

$$l_k = \frac{B_n + B_{\kappa}}{\cos \beta} + l_m + l_z, \quad (10)$$

где B_n – ширина землечерпальной прорези, м;

B_{κ} – минимальное расстояние от земснаряда до бокового якоря, м;

β – угол заложения бокового якоря, град;

l_m – длина части каната, лежащего на грунте, м;

l_z – длина заходных витков каната на барабане, м.

Количество витков каната на барабане:

$$z = \frac{l_{\kappa}}{\pi D_{\sigma}} + 5, \quad (11)$$

где l_{κ} – длина каната, навиваемого на барабан, м;

D_{σ} – диаметр барабана, м.

Длина рабочей части барабана:

$$l = zt, \quad (12)$$

где t – шаг витков каната, ($t = 1,1d_k$), мм.

Частота вращения барабана:

$$n_{\delta} = \frac{V_{\delta}}{\pi D_{\delta}}, \quad (13)$$

где V_{δ} – скорость навивки каната на барабан ($V_{\delta} = 3,0-5,6$), м/мин;
 D_{δ} – диаметр барабана, м.

Расчетная мощность электродвигателя:

$$N_{\delta} = TV_{\delta}\eta_{\delta}, \quad (14)$$

где T – тяговое усилие лебедки, ($T=S_p$), кг;
 η_{δ} – механический к.п.д. лебедки ($\eta_{\delta}=0,85$).

По расчетному значению мощности выбираем электродвигатель в зависимости от ПВ % (табл. 4.).

Таблица 4

Характеристика электродвигателей

Тип электродвигателя	ПВ 15% N_{δ} , кВт	n_{δ} , об/мин	ПВ 25% N_{δ} , кВт	n_{δ} , об/мин	ПВ 40% N_{δ} , кВт	n_{δ} , об/мин
МТ-11-6	1,7	845	1,4	865	1,1	915
МТ-12-6	2,7	855	2,2	885	1,8	920
МТ-111-6	4,3	870	3,5	905	2,8	930
МТ-112-6	6,3	895	5,0	920	4,2	935
МТ-211-6	9,5	915	6,5	935	6,3	950
МТВ-311-6	14,0	930	11,0	950	9,0	960
МТВ-312-6	20,0	915	16,0	960	13,0	970
МТВ-411-6	27,0	955	22,0	965	17,0	975
МТВ-412-6	37,0	960	30,0	970	24,0	975

Передаточное число редуктора:

$$i = \frac{n_{\delta}}{n_{\delta}}, \quad (15)$$

где n_{δ} – частота вращения вала двигателя, об/мин;
 n_{δ} – частота вращения барабана, об/мин.

Крутящий момент на валу электродвигателя:

$$M_{кр} = \frac{975N_{\delta}}{n_{\delta}}, \quad (16)$$

Тормозной момент на валу электродвигателя:

$$M_{т.д.} = \frac{TD_{\delta}}{i_p\eta_{\delta}} \quad (17)$$

Расчетный тормозной момент:

$$M_{т.р.} = \Pi_m M_{т.д.}, \quad (18)$$

где Π_m – коэффициент запаса тормозного момента в зависимости от продолжительности включения (ПВ = 15-80%), $\Pi_m = 1,5-3,0$.

Диаметр тормозного шкива лебедки:

$$D_{ш.л.} = 4,5\sqrt{M_{т.р.} P f}, \quad (19)$$

где $M_{т.р.}$ – расчетный тормозной момент, кг·мм;

P – удельное давление колодок на тормозной шкив ($P = 0,2-0,5$) кг/мм²

f – коэффициент трения колодок о шкив ($f = 0,5-0,6$).

Таблица 5

Варианты заданий

№ варианта	R , кг	B_n , м	B_k , м	l_m , м	l_z , м	V_k , м/мин	α , град	β , град	ПВ, %
1	2180	15	20	25	5	3,0	25	15	40
2	2800	12	17	23	3	5,6	30	18	25
3	3120	20	25	30	4	5,6	35	20	15
4	4000	25	30	35	5	3,0	25	15	40
5	2800	15	20	25	4	5,6	30	20	15
6	2180	25	30	35	5	3,0	25	15	25
7	3120	20	25	30	5	5,6	35	20	40
8	4000	25	30	35	4	5,6	25	15	40
9	3120	15	20	25	3	3,0	30	25	15
10	2800	20	25	30	5	5,6	35	20	25
11	2180	25	30	35	4	3,0	25	20	40
12	4000	12	17	23	5	5,6	30	20	15
13	3120	25	30	35	3	3,0	25	30	40
14	2800	15	20	25	4	5,6	30	20	40
15	4000	20	25	30	5	5,6	30	20	25
16	2800	25	30	35	4	3,0	25	15	40
17	3120	15	20	25	3	5,6	30	25	15
18	2180	17	25	30	5	3,0	35	27	40
19	4000	15	25	30	5	5,6	30	25	25
20	2800	17	20	25	4	3,0	25	20	15
21	3120	15	20	25	3	3,0	30	25	40

Пример расчета

№ варианта	R , кг	B_n , м	B_k , м	l_m , м	l_z , м	V_k , м/мин	α , град	β , град	ПВ, %
2	2800	12	17	23	3	5,6	30	18	25

Решение

1. Максимальное натяжение каната:

$$S_{\max} = \frac{R}{\cos(\alpha + \beta)} = \frac{2800}{\cos(30 + 18)} = \frac{2800}{0.669} = 4185 \text{ Н},$$

где $R = 2800$ – результирующая внешняя нагрузка на земснаряд, кг;

$\alpha = 30^\circ$ – угол между становым канатом и осью прорези;

$\beta = 18^\circ$ – угол между папильонажным канатом и нормалью к оси прорези.

2. Определение разрывного усилия в канате:

$$S_{\delta} = S_{\max} n_m = 4185 \cdot 5 = 20925 \text{ кг},$$

где n_m – запас прочности каната ($n_m = 3-5$).

По разрывному усилию выбираем канат: канат диаметром $d_k = 21$ мм с пределом прочности на растяжение 21350 кг/мм^2 .

3. Определение диаметра барабана:

$$D_{\delta} = 5 d_{\phi} n_{\phi} = 5 \cdot 21 \cdot 7 = 735 \text{ мм},$$

где n_{ϕ} – фактический запас прочности каната, набегающего на барабан, ($n_{\phi} = 5-7$).

4. Определяем длину каната, навиваемого на барабан:

$$l_k = \frac{B_n + B_{\phi}}{\cos \beta} + l_m + l_{\phi} = \frac{12 + 17}{0.951} + 23 + 3 = 56.5 \text{ м},$$

где $B_n = 12$ – ширина землечерпальной прорези, м;

$B_{\phi} = 17$ – минимальное расстояние от земснаряда до бокового якоря, м;

$\beta = 18^\circ$ – угол заложения бокового якоря, град;

$l_m = 23$ – длина части каната, лежащего на грунте, м;

$l_{\phi} = 3$ – длина заходных витков каната на барабане, м.

5. Определение количества витков каната на барабане:

$$z = \frac{l_k}{\pi D_{\delta}} + 5 = \frac{56.5}{3.14 + 0.735} + 5 = 29,$$

где $l_k = 56.5$ – длина каната, навиваемого на барабан, м;

$D_{\delta} = 0.735$ – диаметр барабана, м.

6. Определение длины рабочей части барабана:

$$l = z \cdot t = 29 \cdot 1.1 \cdot 21 = 670 \text{ мм} ,$$

где t – шаг витков каната, ($t=1,1d_k$), мм.

7,Определение частоты вращения барабана:

$$n_{\bar{a}} = \frac{V_{\bar{e}}}{\pi D_{\bar{a}}} = \frac{5.6 \text{ м/с}}{3.14 \cdot 0.735 \text{ м}} = 2.613 \text{ с}^{-1} ,$$

где V_k – скорость навивки каната на барабан ($V_k = 3,0-5,6$), м/мин;

$D_{\bar{a}} = 0.735$ – диаметр барабана, м.

8. Определение расчетной мощности электродвигателя:

$$N_{\bar{a}} = TV_{\bar{e}}\eta_{\bar{e}} = 20925 \cdot 0.093 \cdot 0.85 = 1654 \text{ Вт} = 1.65 \text{ кВт} .$$

где $T = 20925$ – тяговое усилие лебедки, ($T = S_p$), кг;

V_k – скорость навивки каната на барабан, м/с.

Примечание: Принятое в пункте 7 значение скорости требуется перевести в м/с.

η_l = механический к.п.д. лебедки ($\eta_l = 0,85$).

По расчетному значению мощности выбираем электродвигатель в зависимости от ПВ %.

Подбираем электродвигатель МТ-12-6 со следующими характеристиками.

Характеристика электродвигателя МТ-12-6

Тип электродвигателя	ПВ 25% $N_{\bar{a}}$, кВт	$n_{\bar{a}}$, об/мин
МТ-12-6	2,2	885

9. Определение передаточного числа редуктора:

$$i = \frac{n_{\bar{a}}}{n_{\bar{a}}} = \frac{885 \text{ об/мин}}{2.613 \text{ с}^{-1}} = 339$$

где $n_{\bar{a}}$ – частота вращения вала двигателя, об/мин;

$n_{\bar{a}}$ – частота вращения барабана, об/мин.

10. Определение крутящего момента на валу электродвигателя:

$$M_{\text{ед}} = \frac{975 N_{\text{д}}}{n_{\text{д}}} = \frac{975 \cdot 2.2 \text{ кВт}}{885 \text{ об/мин}} = 145 \text{ Нм}$$

Примечание: Значение частоты вращения вала двигателя необходимо перевести в об/сек.

11. Определение тормозного момента на валу электродвигателя:

$$M_{\text{д.д.}} = \frac{TD_{\text{д}}}{i_{\text{д}} \eta_{\text{д}}} = \frac{20925 \text{ кВт} \cdot 735 \text{ об/мин}}{339 \cdot 0.85} = 53400 \text{ кВт} \cdot \text{об/мин}$$

12. Определение расчетного тормозного момента:

$$M_{\text{д.д.}} = \ddot{I}_{\text{д}} \dot{I}_{\text{д.д.}} = 2 \cdot 53.4 = 106800 \text{ кВт} \cdot \text{об/мин},$$

где Π_m – коэффициент запаса тормозного момента в зависимости от продолжительности включения (ПВ = 15-80%), $\Pi_m = 1,5-3,0$.

13. Определение диаметра тормозного шкива лебедки:

$$\ddot{A}_{\text{ш.д.}} = 4,5 \sqrt{\dot{I}_{\text{д.д.}} P f} = 4.5 \cdot \sqrt{106800 \cdot 0.5 \cdot 0.6} = 805 \text{ мм}$$

где $M_{\text{тр}} = 106800$ – расчетный тормозной момент, кг·мм;

P – удельное давление колодок на тормозной шкив ($P = 0,2-0,5$) кг/мм²;

f – коэффициент трения колодок о шкив ($f = 0,5-0,6$).

Основные параметры лебедки земснаряда

Диаметр барабана, мм	Длина каната, м	Частота вращения, мин ⁻¹	Крутящий момент на валу электродвигателя, кН * м	Диаметр тормозного шкива лебедки, мм
735	56.5	2.613	145	805

3. Изучение устройства и рабочие процессы земснарядов

Содержание работы:

1. Изучение конструкций и рабочих процессов земснарядов.
2. Выбор земснарядов и определение из размеров, массы и мощности выполнить согласно заданному варианту (табл. 9.).

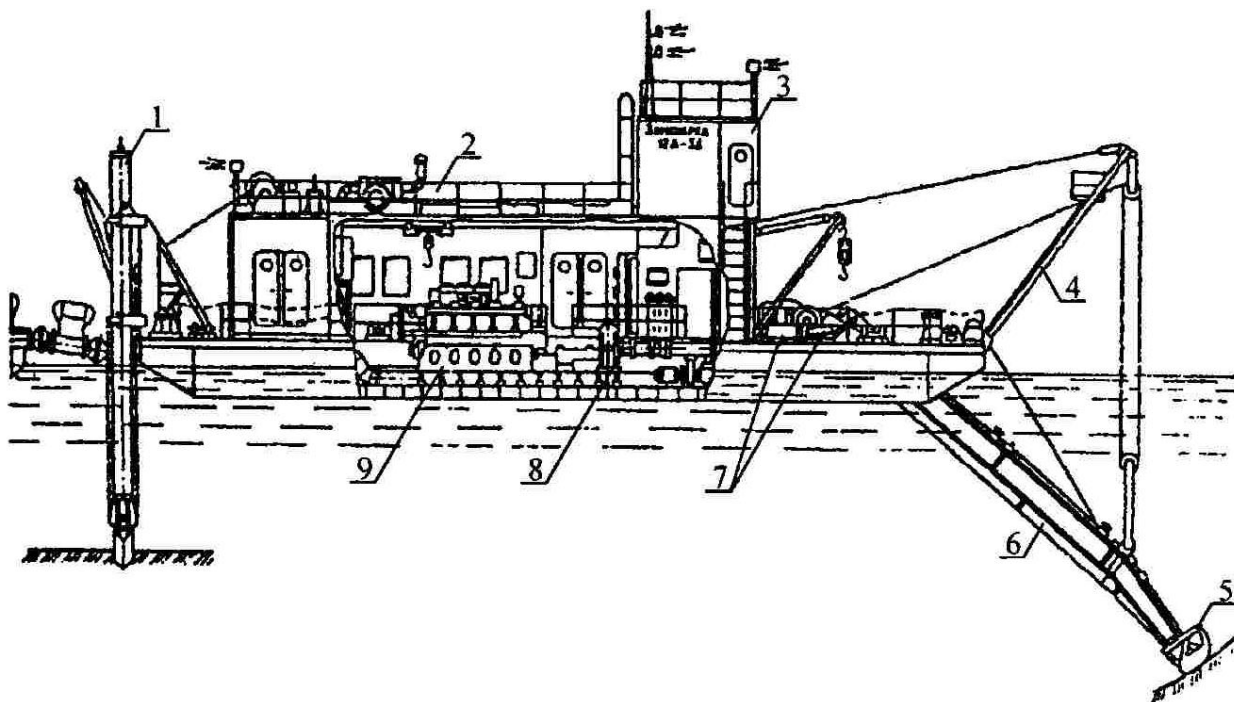


Рис. 6. Землесосный снаряд

1 – свайный аппарат; 2 – надстройка; 3 – рубка управления; 4 – стрела; 5 – рыхлитель; 6 – рама с всасывающей трубой и фрезерным рыхлителем; 7 – папильонажные и рамоподъемные лебедки; 8 – грунтовый насос; 9 – привод насоса.

3.1. Общий расчет и выбор земснаряда

Решающим фактором при выборе земснаряда является объем работ, определяемый по формуле:

$$V = 1000Bhl, \quad (20)$$

где V – объем разработки, м^3 ;

B – ширина месторождения, м;

h – глубина разработки, м;

l – длина разрабатываемого участка, км

Определяем количество земснарядов по формуле:

$$z = \frac{V}{Q_c} \quad (21)$$

где z – количество земснарядов, шт;

V – объем разработки, м^3 ;

Q_c – производительность земснаряда (сезонная), $\text{м}^3/\text{сезон}$.

Сезонная производительность земснаряда:

$$Q_c = Q_n T_n K \frac{(100 - w_i)}{(100 - w_o)} \quad (22)$$

где Q_c – сезонная производительность земснаряда, $\text{м}^3/\text{сезон}$;

Q_n – производительность грунтового насоса по пульпе, $\text{м}^3/\text{ч}$;

T_c – количество часов работы земснаряда в сезоне, ($T_c = 1680-2200$) ч;

K – коэффициент использования земснаряда, ($K = 0,6-0,8$);

W_n – влажность пульпы, ($W_n = 90-98$)%;
 W_y – условная влажность готовой продукции, ($W_y = 60-80$)%.
 Производительность насоса земснаряда:

$$Q_n = \frac{3600 \pi d_n^2 \cdot V}{4} \quad (23)$$

где Q_n – производительность насоса, м³/ч;
 d_n – диаметр пульпопровода, м;
 V – скорость транспортирования пульпы, м/с.
 Скорость транспортирования пульпы выбираем по данным табл. 6.

Таблица 6

Средние скорости транспортирования пульпы, м/с

Диаметр пульпопровода, мм d_n	Глины, суглинки	Супеси, мелкие и средние пески	Пески с небольшим содержанием гравия	Пески с большим содержанием гравия
250	1,7	2,0	2,5	2,8
350	2,1	2,2	3,0	3,4
400	2,3	2,6	3,6	4,0
600	2,7	3,2	4,2	4,6

Необходимый напор определяем по формуле:

$$H = H_{\Delta} + L i k_n \quad (24)$$

где H – необходимый напор, м;
 H_{Δ} – геодезическая разность отметок насоса и отвала, м;
 L – длина транспортирования пульпы, м;
 k_n – коэффициент увеличения потерь напора для пульпы;
 i – гидравлический уклон, определяемый по эмпирическому уравнению:

$$i = \frac{k_y V^2}{c R} \quad (25)$$

где V – скорость движения пульпы, м/с;
 k_y – коэффициент уклона, ($k_y = 0,01 \text{ м/с}^2$);
 R – гидравлический радиус, равный отношению площади сечения трубы к его периметру: $R = F/p$;

Для расчетов можно брать $R = d_n$, м;

c – коэффициент, учитывающий шероховатость стенок, который определяется по формуле:

$$c = \sqrt{\frac{R}{m}} \quad (26)$$

где m – коэффициент, принимаемый для труб бывших в употреблении, равный 0,012м.

Коэффициент увеличения потерь напора для пульпы k_n зависит от консистенции пульпы.

Таблица 7

Коэффициент увеличения потерь напора пульпы

Консистенция пульпы	1:3	1:5	1:8	1:10
k_n	1,6	1,5	1,3	1,2

Мощность земснаряда:

$$N = N_n + N_p + N_{вс} \quad (27)$$

где N – мощность земснаряда, кВт;

N_n – мощность насоса, кВт;

N_p – мощность рыхлителя, кВт;

Земснаряды отечественного производства в основном комплектуются рыхлителями фрезерного типа мощностью привода 13...175 кВт (см. табл. 3.).

$N_{вс}$ – потери мощности на всасывание, кВт, (см. табл. 4.).

Мощность, расходуемая насосом, определяется по формуле:

$$N_n = \frac{W_{уд} \Pi_z}{102\eta} \quad (28)$$

где Π_z – количество перемещаемого грунта, м³/ч, ($\Pi_z = 0,01Q_n$ по воде);

η – к.п.д. насоса, ($\eta = 0,6-0,8$);

$W_{уд}$ – удельный расход электроэнергии на транспортирование 1м³ грунта, кВт·ч/м³

$$W_{уд} = 3(L + 0.04H_{\Delta}) \quad (29)$$

где L – дальность транспортирования, м.

По характеристике грунтового насоса выбираем земснаряд (табл. 8.).

Таблица 8

Техническая характеристика земснарядов

Показатель	12А-4М	12А-5Д	180-60	300-40М	400-70
Грунтовой насос: тип	12 НЗУ	ЗГМ- 1М	ГрУТ2000/ 63	20Р-11	ГрУТ4000 /71
Диаметр рабочего колеса, мм	1000	700	1030	1250	1360
Проходное сечение, мм	230	200	230	280	300
Производительность, м ³ /ч	1600	1300	2200	4000	4000
Напор, м	54	40	63	60	70
Мощность электродвигателя	500	340	630	1100	1600

грунтового насоса, кВт					
Частота вращения, об/мин	590	750	590	500	500
Глубина разработки, м	7,5	7,5	10	11	15
максимальная					
минимальная	2,5	2,0	2,5	3,5	3,5
Оптимальная	35	40	40	45	45
ширина проходки, м					
Грунтозаборное устройство: тип рыхлителя	Фрезерный				
Диаметр фрезы, мм	1250	1250	1250	1900	1900
Частота вращения вала фрезы, об/мин	10; 20	15	14,7; 29,4	9-24	18,5
Мощность привода, кВт	29; 58	40	46; 55	175	160
Диаметр всасываемой трубы, мм	400	400	500	600	700
Лебедка папильонажная: мощность двигателя, кВт	3,2... 6,0	3,2...6,0	3,2...6,0	12,5	10/17
Диаметр каната, мм	17	20	20	19,5	29
Длина каната, м	160	160	145	230	230
Общая мощность э/обор., кВт	750	420	900	2030	2520
Габариты, м:					
Длина	22,02	22,02	22,02	33,60	36,00
Ширина	9,44	9,44	9,44	9,50	9,50
Высота борта	1,52	1,52	1,52	1,90	2,00
Масса, т	28,7	28,7	42,0	63,0	93,0

Таблица 9

Варианты заданий

№ варианта	B , м	h , м	l , км	Q_n , м ³ /ч	d_n , мм	H_{Δ} , м	L , м	k_n	$N_{вс}$, кВт
1	500	1,5	1,0	720	250	5,0	500	1:3	5,0
2	600	1,7	1,2	1260	350	7,0	700	1:5	7,0
3	700	1,9	1,5	1900	400	9,0	800	1:8	8,0
4	800	2,0	1,7	1620	600	10,0	850	1:10	9,0
5	900	2,5	1,9	2300	400	12,0	600	1:8	12,0
6	1000	2,7	2,1	2300	600	15,0	900	1:10	15,0
7	1200	3,0	2,5	2300	400	6,0	750	1:5	13,0
8	1500	4,0	3,0	2300	600	8,0	950	1:8	14,0
9	1700	5,0	4,0	2300	350	10,0	600	1:10	12,0
10	2500	14,5	5,0	2300	600	12,0	900	1:8	13,0
11	1900	7,0	3,5	1620	400	10,0	700	1:5	11,0
12	2100	9,0	3,0	1250	350	8,0	600	1:8	12,0
13	1600	8,0	4,5	2300	400	10,0	750	1:5	14,0
14	1800	12,5	5,0	2300	600	8,0	500	1:5	11,0
15	1200	6,0	3,0	2300	350	6,0	650	1:8	12,0
16	1700	12,5	4,5	1620	400	9,0	500	1:10	9,0
17	1950	7,5	5,5	2300	600	8,0	600	1:10	11,0
18	1650	8,0	4,7	1620	400	7,5	700	1:8	12,0
19	1550	9,5	3,5	2300	350	8,5	800	1:10	13,0
20	1450	11,5	7,5	1620	400	9,6	650	1:8	9,0
21	1650	12,0	8,5	1620	350	8,0	700	1:8	10,0
22	1850	12,5	6,5	2350	400	9,0	850	1:10	12,0
23	1600	9,5	4,5	1250	400	11,0	900	1:10	13,0
24	1700	11,0	5,5	2300	600	12,0	750	1:10	12,0
25	1350	9,0	7,0	1620	350	9,5	650	1:8	10,0

Пример расчета

№ варианта	B , м	h , м	l , км	Q_n , м ³ /ч	d_n , мм	H_{Δ} , м	L , м	k_n	$N_{вс}$, кВт
2	600	1,7	1,2	1260	350	7,0	700	1:5	7,0

Решение

Определяем объем работ:

$$V = 1000 Bhl = 1000 \cdot 600 \cdot 1,7 \cdot 1,2 = 1224000 \text{ м}^3$$

где V – объем разработки, м^3 ;

B – ширина месторождения, м ;

h – глубина разработки, м ;

l – длина разрабатываемого участка, км

Определяем количество земснарядов:

$$z = \frac{V}{Q_c} = \frac{1224000}{73281} = 17$$

где z – количество земснарядов, шт;

V – объем разработки, м^3 ;

Q_c – производительность земснаряда (сезонная), $\text{м}^3/\text{сезон}$.

Определяем сезонную производительность земснаряда:

$$Q_c = Q_i T_n K \frac{(100 - W_i)}{(100 - W_o)} = 726.99 \cdot 1680 \cdot 0.6 \cdot \frac{100 - 98}{100 - 80} = 73281 \text{ м}^3/\text{сезон}$$

где Q_c – сезонная производительность земснаряда, $\text{м}^3/\text{сезон}$;

Q_n – производительность грунтового насоса по пульпе, $\text{м}^3/\text{ч}$

Примечание: Q_n - значение, полученное по формуле 23.

T_c – количество часов работы земснаряда в сезоне, ($T_c = 1680-2200$) ч;

K – коэффициент использования земснаряда, ($K = 0,6-0,8$);

W_n – влажность пульпы, ($W_n = 90-98$)%;

W_y – условная влажность готовой продукции, ($W_y = 60-80$)%.

Производительность насоса земснаряда:

$$Q_i = \frac{3600 \pi d_n^2 \cdot V}{4} = \frac{3600 \cdot 3.14 \cdot 0.35^2 \cdot 2.1}{4} = 726.99 \text{ м}^3/\text{ч},$$

где Q_n – производительность насоса, $\text{м}^3/\text{ч}$;

d_n – диаметр пульпопровода, м ;

V – скорость транспортирования пульпы, м/с , выбираем по данным табл. 6.

Необходимый напор:

$$H = H_{\Delta} + L \cdot i \cdot k_n = 7 + 700 \cdot 0.023 \cdot 1.5 = 31.15 \text{ м}$$

где H – необходимый напор, м;

$H_d = 7.0$ – геодезическая разность отметок насоса и отвала, м;

$L = 700$ м – длина транспортирования пульпы, м;

$k_n = 1.5$ – коэффициент увеличения потерь напора для пульпы;

i – гидравлический уклон, определяемый по эмпирическому уравнению:

$$i = \frac{k_y V^2}{cR} = \frac{0.01 \cdot 2.1^2}{5.4 \cdot 0.35} = 0.023$$

где $V = 2.1$ – скорость движения пульпы, м/с;

k_y – коэффициент уклона, ($k_y = 0.01 \text{ м/с}^2$);

R – гидравлический радиус, равный отношению площади сечения трубы к его периметру. Для расчетов можно брать $R = d_n = 0.35$ м.

c – коэффициент, учитывающий шероховатость стенок, который определяется по формуле:

$$c = \sqrt{\frac{R}{m}} = \sqrt{0.35 / 0.012} = 5.4$$

где m – коэффициент, принимаемый для труб, бывших в употреблении, равный 0.012 м.

Мощность земснаряда:

$$N = N_i + N_{\delta} + N_{a\bar{n}}$$

где N – мощность земснаряда, кВт;

N_n – мощность насоса, кВт;

$N_p = 40$ – мощность рыхлителя, кВт;. Примечание: Принимаем из таблицы 8 значение мощности привода.

$N_{ec} = 7$ – потери мощности на всасывание, кВт.

Мощность, расходуемая насосом, определяется по формуле:

$$N_i = \frac{W_{\text{оä}} \ddot{I}_{\bar{a}}}{102 \eta} = \frac{2101 \cdot 7.27}{102 \cdot 0.7} = 214 \text{ кВт}$$

где Π_z – количество перемещаемого грунта, м³/ч. $\Pi_z = 0.01 * Q_n = 726.99 * 0.01 = 7.27$ м³/ч;

η – к.п.д. насоса, ($\eta = 0,6-0,8$);

$W_{уд}$ – удельный расход электроэнергии на транспортирование 1м³ грунта, кВт·ч/м³. Определяется по формуле:

$$W_{уд} = 3(L + 0.04H_{\Delta}) = 3 \cdot (700 + 0.04 \cdot 7) = 2101 \text{ кВт} \cdot \text{ч} / \text{м}^3$$

где $L = 700$ м – дальность транспортирования.

Мощность земснаряда: $N = 214 + 40 + 7 = 261$ кВт

По характеристике грунтового насоса выбираем земснаряд (табл. 8.). В таблице 10 приведены технические характеристики выбранного земснаряда.

Таблица 10

Технические характеристики земснаряда 12А – 5Д

Параметр	Значение	Параметр	Значение
Грунтовый насос: тип	ЗГМ-1М	Частота вращения вала фрезы, об/мин	15
Диаметр рабочего колеса, мм	700	Мощность привода, кВт	40
Проходное сечение, мм	200	Диаметр всасываемой трубы, мм	400
Производительность, м ³ /ч	1300	Лебедка папилонажная: мощность двигателя, кВт	3,2...6,0
Напор, м	40	Диаметр каната, мм	20
Мощность электродвигателя грунтового насоса, кВт	340	Длина каната, м	160
Частота вращения, об/мин	750	Общая мощность э/обор., кВт	420
Максимальная глубина разработки, м	7,5	Длина, м	22,02
Минимальная глубина разработки, м	2,0	Ширина, м	9,44
Оптимальная ширина проходки, м	40	Высота борта, м	1,52
Грунтозаборное устройство: тип рыхлителя	Фрезерный	Масса, т	28,7
Диаметр фрезы, мм	1250		

4. Изучение конструкции и расчет водосбросного колодца

Содержание работы:

1. Изучение конструкций водосбросных устройств.
2. Расчет основных параметров водосбросного колодца по данным варианта (табл. 12.).

4.1. Конструктивные решения и работа водосбросных устройств

На карту намыва поступает пульпа, т.е. смесь грунта и воды. До 80% этого количества воды надлежит отвести с карты намыва организованным путем, т.е. с помощью специальных инженерных сооружений, а иногда и простых устройств. Осветленная вода с карт намыва отводится посредством устройства водосбросной системы: колодцев с донным водоспуском, трубопроводов (коллекторов) и траншей.

Распространенные конструкции водосбросных колодцев: шандорные деревянные, металлические, с центральной металлической трубой из патрубков; по сечению: прямоугольные, треугольные и круглые.

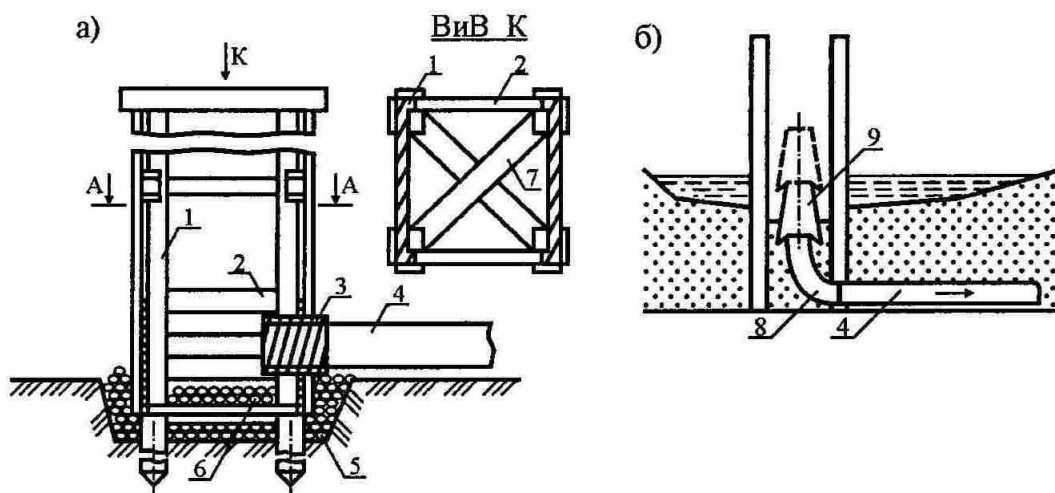


Рис.7. Водосбросные колодцы:

а – деревянный с шандорами; б – с металлической трубой; 1 – стойки; 2 – шандоры; 3 – уплотнение; 4 – водосбросная труба; 5 – щебень; 6 – настил; 7 – распорки; 8 – отвод; 9 – патрубок.

Деревянные водосбросные колодцы (рис.7.) устраивают в виде каркасной конструкции из стоек и распорок, используя брусья сечением 16х16 см или 20х20 см. Стенки колодца делают из досок (шандор) толщиной 4-5 см, прибиваемых снаружи к стойкам каркаса или закладываемых в пазы стоек. Чтобы разжиженный грунт не выносился в колодец, шандоры тщательно подгоняют друг к другу и закрепляют. По мере намыва стенки колодца наращивают.

Сечения колодцев обычно квадратные размерами 1,25х1,25 м и 1,50х1,50 м или треугольные. В зависимости от расхода осветленной воды колодцы могут быть из нескольких секций. Стойки колодцев закапывают в

грунт на 1,2-1,5 м, при слабых грунтах стойки забивают как сваи. Во избежание всплывания основание колодцев бетонируют.

Чтобы предотвратить засорение сбросных трубопроводов плавающим мусором, в колодцах устраивают ограждение в виде решетки из арматурной стали толщиной 10 мм, с размером отверстий 10х10 см. Для обслуживания колодцев применяются переходы и мостики.

Для уменьшения нагрузки на стенки колодца и придания устойчивости внутри его устанавливают и соединяют с водосбросной трубой цельную металлическую трубу (стояк) диаметром 0,5-0,9 м с закрываемыми водосливными окнами или составную из патрубков (секций) высотой 0,4-0,7 м каждый, которые наращиваются по мере намыва.

Сбросные колодцы представляют собой ответственные сооружения и строятся надежно. Если они разрушаются, то восстановить их невозможно.

При намыве насыпей дорог водосбросные колодцы располагают по оси сооружения и каждый из них работает самостоятельно. Целесообразно водосбросный трубопровод, играющий роль коллектора и колодцы располагать по продольной оси сооружения, либо продольный коллектор устраивать на группу колодцев с одним водосбросным трубопроводом.

По окончании намыва водосбросные колодцы и трубопроводы демонтируют или засыпают дренирующим грунтом.

Для предотвращения обводнения прилегающей территории и отвода воды вдоль насыпи копают траншеи. В процессе намыва траншеи заиливаются и их периодически необходимо очищать.

4.2. Определение основных параметров

Пропускная способность водосбросного колодца определяется по формуле:

$$q_k = 3600m \cdot f \cdot h \sqrt{2g \cdot h} \quad (30)$$

где q_k – пропускная способность водосливного колодца, м³/ч;

m – коэффициент расхода;

f – площадь водосливной части колодца, м²;

h – высота переливаемого через водослив слоя воды, м.

Количество водосбросных колодцев определяется по формуле:

$$n = \frac{Q_{o.в.}}{q_k} \quad (31)$$

где $Q_{o.в.}$ – объем отводимой воды, м³/ч.

Расчетные показатели корректируем с данными (табл.11.).

Таблица 11

Длина карт намыва и число водосбросных колодцев в зависимости от производительности (по пульпе) земснаряда, м³/ч

Показатель	1000	1500	3000	4000	5000
Длина карты намыва, м	50-150	100-200	150-250	200-300	200-400
Число водосбросных колодцев, шт	1-2	1-2	2-3	2-3	2-4
Расстояние между колодцами не более, м	75	75	75	100	100

Таблица 12

Варианты заданий

№ варианта	$Q_{o.в.}, \text{ м}^3/\text{час}$	$f, \text{ м}^2$	$h, \text{ м}$	m
1	1000	$1,2^2=1,44$	0,1	0,9
2	1500	$1,2^2=1,44$	0,1	0,9
3	3000	$1,2^2=1,44$	0,1	0,8
4	4000	$1,5^2=2,25$	0,1	0,8
5	5000	$1,5^2=2,25$	0,1	0,9
6	4000	$1,2^2=1,44$	0,1	0,9
7	3000	$1,5^2=2,25$	0,2	0,8
8	1500	$1,2^2=1,44$	0,1	0,8
9	1000	$1,2^2=1,44$	0,1	0,9
10	5000	$1,5^2=2,25$	0,1	0,9
11	4000	$1,5^2=2,25$	0,1	0,9
12	3000	$1,2^2=1,44$	0,2	0,8
13	1500	$1,2^2=1,44$	0,1	0,9
14	1000	$1,5^2=2,25$	0,1	0,8
15	5000	$1,5^2=2,25$	0,1	0,9
16	4000	$1,2^2=1,44$	0,2	0,8
17	3000	$1,2^2=1,44$	0,1	0,9
18	1500	$1,2^2=1,44$	0,2	0,9
19	1000	$1,2^2=1,44$	0,1	0,9
20	5000	$1,2^2=1,44$	0,1	0,8
21	4000	$1,5^2=2,25$	0,1	0,9
22	3000	$1,2^2=1,44$	0,1	0,9
23	1500	$1,5^2=2,25$	0,2	0,8
24	1000	$1,2^2=1,44$	0,1	0,9
25	3000	$1,5^2=2,25$	0,1	0,9

Пример расчета

№ варианта	$Q_{o.в.}, \text{ м}^3/\text{час}$	$f, \text{ м}^2$	$h, \text{ м}$	m
2	1500	$1,2^2=1,44$	0,1	0,9

Решение

1. Пропускная способность водосбросного колодца:

$$q_{\hat{e}} = 3600 \cdot m \cdot f \cdot h \sqrt{2g \cdot h} = 3600 \cdot 0,9 \cdot 1,44 \cdot 0,1 \sqrt{2 \cdot 9,81 \cdot 0,1} = 654 \text{ л}^3/\div$$

2. Количество водосбросных колодцев определяется по формуле:

$$n = \frac{Q_{i.а.}}{q_{\hat{e}}} = \frac{1500}{654} = 2,3$$

Принимаем количество водосбросных колодцев равным 3. Расчетные показатели корректируем с данными, представленными в методических указаниях. Число карт намыва принимаем равным 3, длина карты намыва составит 200 м. Расстояние между колодцами принимаем равным 75 м.

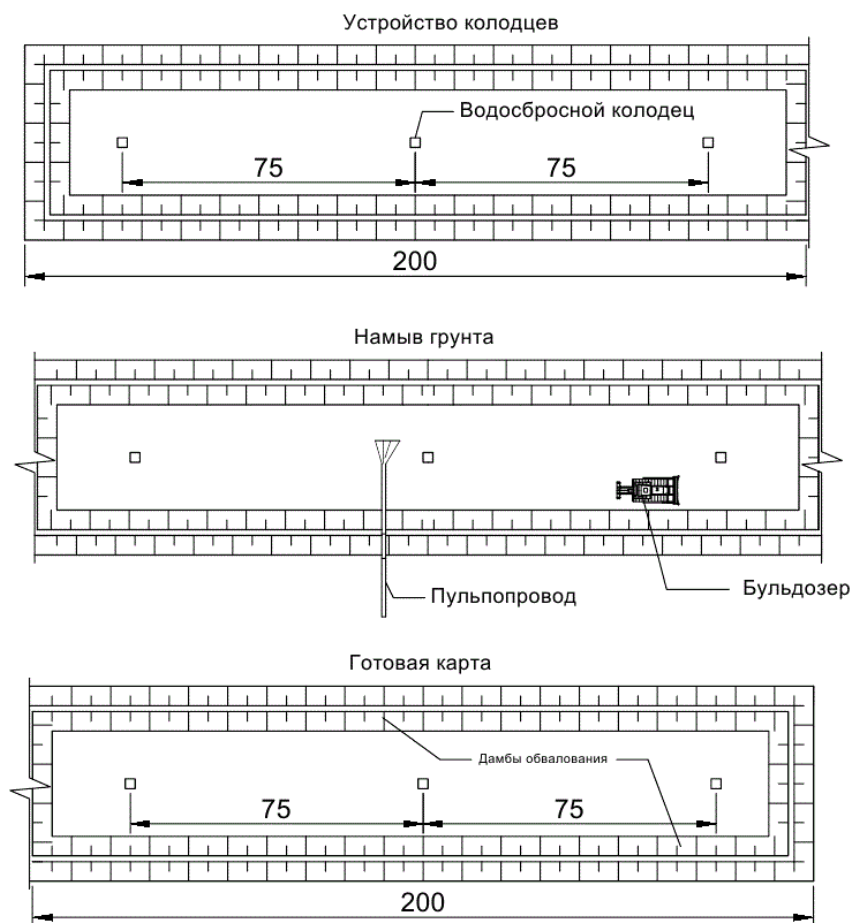


Рис. 8. Карты намыва

ЛИТЕРАТУРА

1. СНиП 2.05.03-84* Мосты и трубы. Госстрой России, -М. ,: ГУП ЦПП, 1998, 214 с.
2. СП 35.13330.2011. Мосты и трубы. Актуализированная редакция СНиП 2.05.03-84.
3. Саламахин П.М. и др. Мосты и сооружения на дорогах. Ч.1-М., Транспорт, 1991, 344 с.
4. Бакшеев В.Н. Добыча и использование грунтов (сапропелей): монография. – Тюмень.: ООО РИА «Блиц – Пресс», 1998. – 52 с.
5. Васильев В.З. и др. Справочные таблицы по деталям машин. – М.: Издательство «Машиностроение», 1966. – 395 с.
6. Упоров Н.Г., Экарев С.Б. Землесосные снаряды и перекачивающие установки. Учебник для проф.-техн. учебных заведений. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: «Высшая школа», 1974. – 288 с.
7. Шкундин Б.М. Землесосные снаряды. Учебное пособие для вузов. Изд. 2-е, перераб. – М.: «Энергия», 1973. – 271с.
8. Иванов В.А. и др. Суда технического флота. Учебник для вузов водного транспорта. /Под ред. Н.В.Лукина/. – М.: Транспорт, 1982. – 366 с.
9. Глевицкий В.И. Гидромеханизация в транспортном строительстве: Справочное пособие. – М.: Транспорт, 1998. – 271с.
10. Юфин А.П. Гидромеханизация. Учебное пособие для вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1974. – 223 с.

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Методические указания по выполнению расчетно-графической работы по курсу «Технология сооружения подходов к мостам гидромеханизированным способом» для студентов по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство», профиль «Автодорожные мосты и тоннели».

Составитель: Петропавловских О.К.

Редактор Ханафиева Л.З.

Издательство:

Казанского государственного архитектурно-строительного университета

Подписано в печать

Формат 60х84/16

Заказ №

Печать ризографическая

Усл.–печ.л. 2

Тираж 50 экз.

Бумага офсетная №1

Учетн.–изд.л. 2

Отпечатано в полиграфическом секторе

Издательства КГАСУ

420043, г. Казань, ул. Зеленая, д.1