

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Петербургский государственный университет путей сообщения  
Императора Александра I»  
(ФГБОУ ВО ПГУПС)

**Калужский филиал ПГУПС**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ**  
**ПО ПРОВЕДЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ**  
по МДК 02.01

Организация технического обслуживания и ремонта  
подъемно – транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования  
в различных условиях эксплуатации

Тема 1.1 Машины для строительства, содержания и ремонта  
железнодорожного пути

Специальность: 23.02.04 Техническая эксплуатация ремонта  
подъемно – транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования  
(по отраслям)

Выполнил(а):

А.В. Ларин

# Практическое занятие 1

## Составление кинематических схем приводов рабочих органов путевых и строительных машин

**Цель:** систематизация и закрепление теоретических знаний;  
формирование практических умений и навыков выполнения схем.

**Технические средства обучения:** автоматизированное рабочее место:  
персональный компьютер, подключенный к сети Internet, принтер, сканер.

### Краткие теоретические сведения

**Схема** — иллюстрация, которая с помощью условных графических обозначений передает суть строения предмета или системы, показывает характер процесса, движения, структуру и т. д.

Для удобства понимания следует различать чертежи и схемы между собой.

В отличие от проекционных чертежей, которые отражают геометрические свойства предмета и обладают полнотой и метрической определенностью, позволяющие воспроизвести предмет, схема не имеет этих качеств. Так, если графическое изображение состоит из комплекса взаимосвязанных проекций, но содержит недостаточное число их, то оно должно относиться к классу схем.

Схемы, имея отличное от чертежей назначение, должны обладать полнотой информации, свойственной именно схемам. Схемы в зависимости от назначения в одних случаях могут не полностью отражать геометрические свойства предмета, а в других - вообще не иметь никакой связи с его геометрической формой и размерами. В особенности это характерно для электротехники, радиоэлектроники, где электрические схемы во многих случаях иллюстрируют лишь принцип работы изделия. Более близкой к сложившейся практике является другая точка зрения, когда к схемам относят графические документы, в которых составные части машин, аппаратов, приборов изображены схематически.

В зависимости от элементов, входящих в состав изделия, и связей между ними схемы делят на виды, каждый из которых обозначают буквой: кинематические – К, электрические – Э, гидравлические – Г, пневматические – П, электрические – Э, комбинированные – С.

В зависимости от основного назначения схемы делят на типы, обозначаемые цифрами: 1 – *структурные схемы*, предназначенные для получения общего представления об изделии; 2 – *функциональные схемы*, предназначенные для пояснения процессов, происходящих в изделии или его функциональных частях, 3 – *принципиальные схемы*, предназначенные для получения детального представления о принципе работы изделия; 4 – *схемы соединений* (монтажные схемы), предназначенные для получения представления о видах, способах, средствах и местах соединения составных частей изделия; 5 – *схемы подключений*, предназначенные для определения внешних подключений изделия; 6 – *общие схемы*, предназначенные для определения составных частей комплекса и соединения их между собой на месте эксплуатации; 7 – *схемы расположения*, предназначенные для определения относительного расположения составных частей изделия и при необходимости связей между ними.

При обозначении схем буквы пишут перед цифрами, например К1 – кинематическая структурная схема, Э3 – электрическая принципиальная схема.

Наиболее полное представление об изделии и его работе дают принципиальные схемы.

Принципиальная схема определяет полный состав элементов, входящих в изделие, и все связи между ними. Ее используют для изучения принципа работы изделия.

Схемы всех видов выполняют на листах стандартного формата, без соблюдения масштаба и действительного расположения составных частей изделия. Их стараются вычерчивать компактно без ущерба для ясности и удобства чтения.

Элементы, входящие в состав изделия, изображают на схемах условными графическими знаками. Линии связи между элементами схемы проводят так, чтобы получилось наименьшее число их пересечений и изломов.

На схемах помещают различные технические данные. Указывают их около графических обозначений (справа или сверху) или на свободном поле чертежа над основной надписью.

Каждый элемент, изображенный на принципиальной схеме, снабжается соответствующим буквенно-цифровым обозначением.

Состав буквенно-цифрового обозначения определяется видом схемы. Эти обозначения заносят в таблицу перечня элементов, заполняя ее сверху вниз. Таблицу помещают над основной надписью.

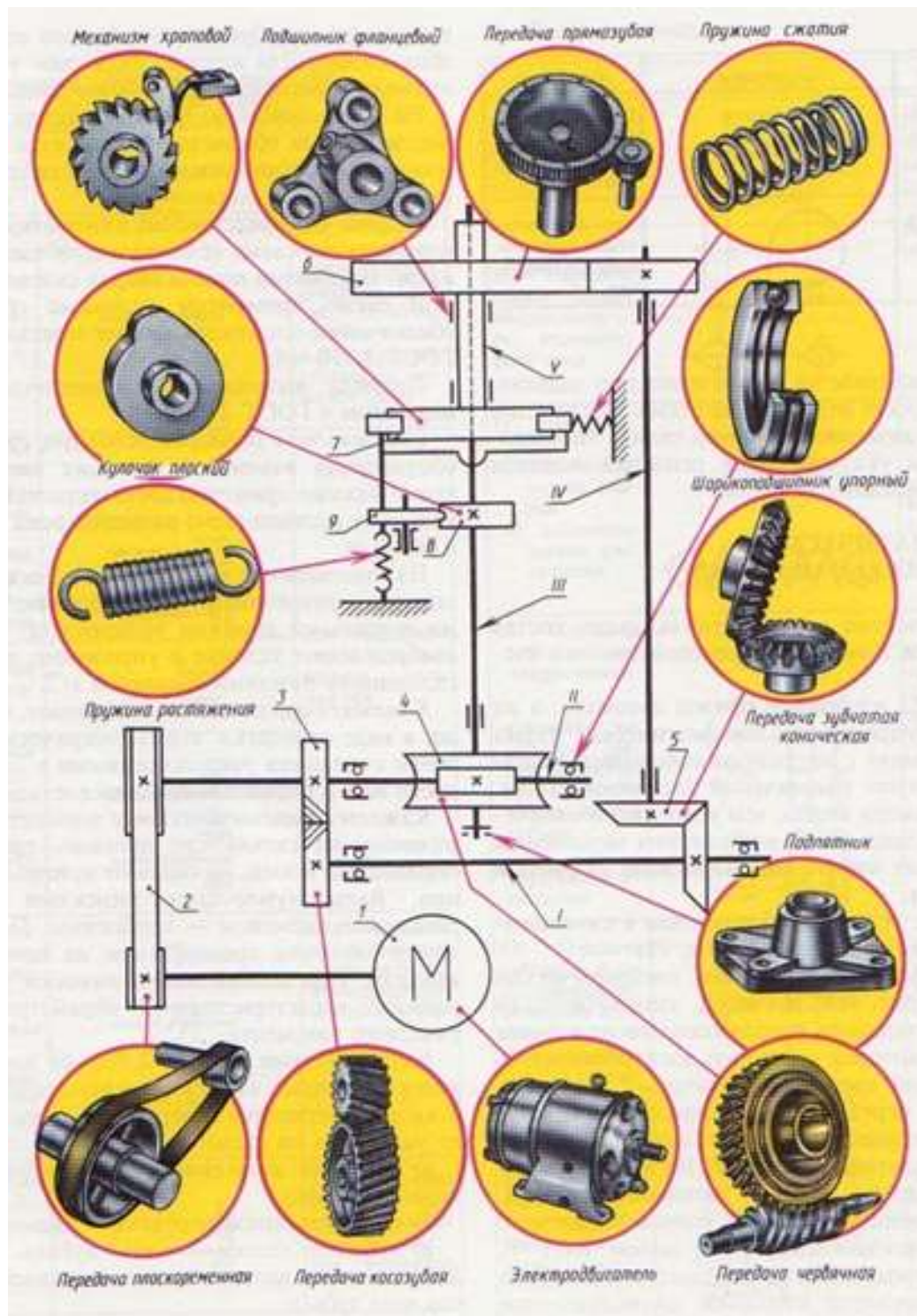
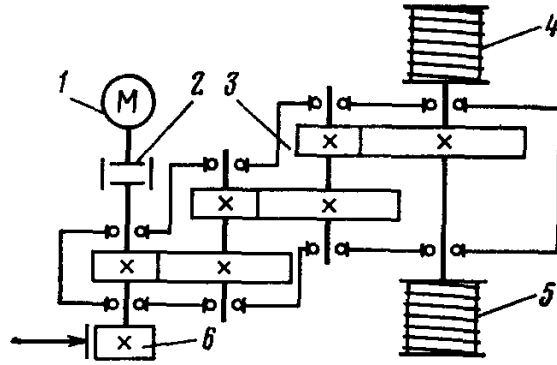


Рис. 1.1 Примеры обозначений в кинематических схемах

## Вариант 1

### Задание 1

На рис. 1.2 изображена схема, на которой пронумерованы узлы и детали. Необходимо пояснить данные позиции.



1-

2-

3-

4-

5-

6-

Рис 1.2 Кинематическая схема

## Задание 2

На рис.1.3 изображена схема, где необходимо расставить обозначение и пояснить их.

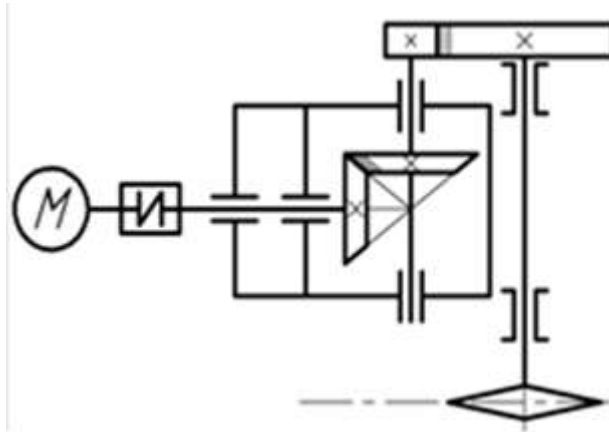


Рис. 1.3 Кинематическая схема

**Вывод:** в данной работе закрепил и усвоил полученные теоретические знания на практике, с помощью выполненных заданий 1 и 2.

## Практическое занятие 2

### Расчет и выбор элементов элементов грузовой лебедки

**Цель:** систематизация и закрепление теоретических знаний; формирование практических умений и навыков выполнения расчетов по заданным параметрам элементов грузовой лебедки крана.

**Технические средства обучения:** автоматизированное рабочее место: персональный компьютер, подключенный к сети Internet, принтер, сканер.

### Краткие теоретические сведения

Основным гибким тяговым (несущим) элементом практически любого грузоподъемного крана является стальной проволочный **канат**, назначение которого преобразовывать вращательное движение барабана лебедки, механизма подъема груза крана в поступательное движение перемещаемого груза. Для соединения груза с захватным органом крана также применяют стальные канаты или цепи.

Основные технические требования к стальным проволочным канатам регламентирует ГОСТ 3241—80, предусматривающий выпуск различных типов стальных канатов:

1. По конструкции;
2. По типу свивки прядей и канатов одинарной свивки;
3. По материалу сердечника;
4. По способу свивки;
5. По направлению свивки;
6. По сочетанию направлений свивки элементов каната;
7. По степени крутмости;
8. По механическим свойствам;
9. По назначению;
10. По виду покрытия поверхности проволок.

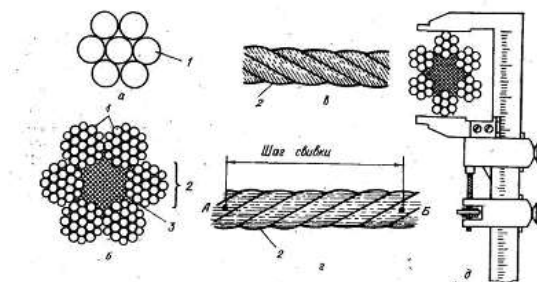
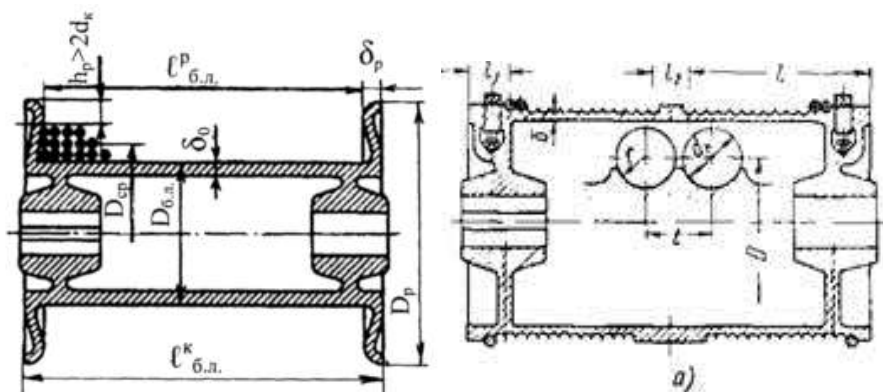


Рис. Конструкция стальных канатов:  
а и б — сечение канатов одинарной и двойной свивки; 1 и 2 — канаты односторонней и крестовой свивки; 3 — диаметр диаметра каната; 1 — проволока; 2 — прядь; 3 — сердечник (органический); А и Б — точки на одной пряди каната на расстоянии шага свивки

**Барабаны** предназначены для преобразования вращательного движения привода в поступательное перемещение груза. Кроме того барабаны служат и для собирания каната.

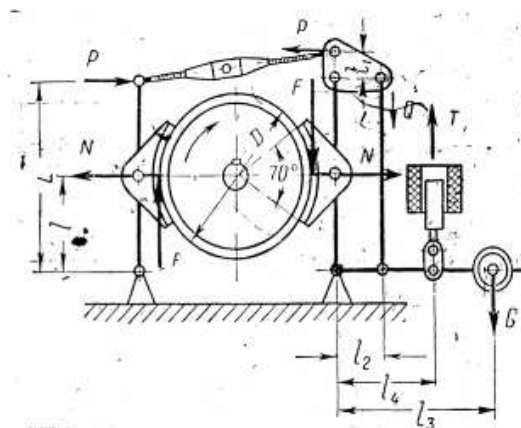


Чертим барабан по варианту.

**Полиспагом** называется система подвижных и неподвижных блоков, соединенных между собой гибкой связью, применяемые для выигрыша в силе или скорости.

Удержание груза на весу, предотвращение недопустимого разгона груза при спуске, принудительное замедление движения механизма и остановка его обеспечиваются **тормозами**.

Конструктивно тормоза делятся на радиальные (колодочные и ленточные) и осевые (дисковые и конусные). Они могут быть управляемыми и автоматического действия, нормально открытыми (постоянно разомкнутые и замыкаемые по мере надобности) и нормально закрытыми (постоянно замкнутые и размыкаемые в момент начала работы механизма). Удержание тормоза в замкнутом состоянии может выполняться пружинами или специальным грузом. Размыкание автоматического тормоза производится либо электромагнитом, шарнирно прикрепленным к тормозному рычагу, либо различного рода толкателями.





Все тормоза рассчитываются на величину тормозного момента, необходимую для остановки механизма на заданном пути или при заданном времени торможения.

Местом установки тормозного шкива обычно является наиболее быстроходный вал механизма, где действует наименьший крутящий момент, и следовательно, тормоз имеет наименьшие габариты. В качестве тормозного шкива обычно используется одна из полумуфт соединения двигателя с редуктором. Для надежности работы необходимо, чтобы между тормозом и затормаживаемым элементом имелась жесткая связь.

С учетом функционального назначения все тормоза должны отвечать следующим требованиям: обладать достаточной прочностью и долговечностью; иметь малые габариты и массу; быть простым в изготовлении, иметь свободный доступ для осмотра и ремонта; трущиеся детали должны иметь минимальный износ; температура на поверхности нагрева не должна превышать предельного значения.

### **Исходные данные**

1. Грузоподъемность, [т] –
2. Скорость подъема груза, [м/мин] –
3. Высота поднимаемого груза, [м] –
4. Режим работы –
5. Тип барабана –
6. Тип полиспаста –
7. Вид редуктора –
8. Вид тормоза –
9. Кратность полиспаста –

### **Ход работы**

1. По формуле (2.16) определяем наименьшее натяжение на одну ветвь каната  $H$ ,

$$S = \frac{G}{2},$$

где 2 – тип полиспаста;

2. По формуле (2.4) находим разрывное усилие для каната  $H$ ,

$$S_{\text{раз}} = Sn,$$

$n$  – режим работы;

По ГОСТ 2688-80 (см. приложение 2) выбираем канат;

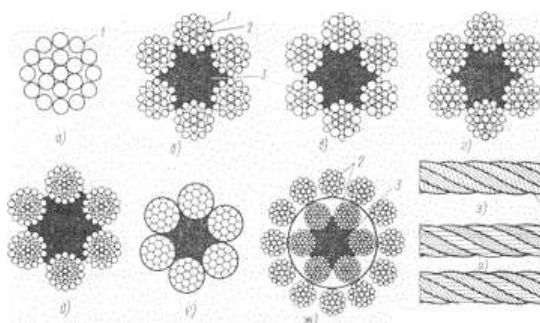


Рис. 1. Схема канатов

3. Определяем диаметр барабана по формуле (2.6) мм.,

$$D_6 = ed_k,$$

4. Определяем наружный диаметр барабана, мм.,

$$D_n = D_6 + 4d_k \text{ (для барабана с канавками),}$$

$$D_n = D_6 + 2(n - 1)d_k \text{ (для гладкого),}$$

5. Определяем шаг навивки каната на барабан, мм.,

$$t = d_k + 2, \text{ (для барабана с канавками),}$$

$$t = d_k, \text{ (для гладкого барабана).}$$

6. Находим канатоемкость барабана (формула 2.17), м.,

$$L_k = N_{in} + 2\pi D_6,$$

где  $N$  – высота подъема груза;

$i_n$  - кратность полиспаста.

7. Определяем число рабочих витков каната на барабане, мм.,

$$Z_p = \frac{L_k}{\pi(D_6 + d_k)} + 2, \text{ (для барабана с канавками),}$$

$$Z_p = \frac{L_k}{\pi(D_6 + d_k)}, \text{ (для гладкого барабана),}$$

8. Определяем полное число витков каната,

$$Z_n = Z_p + 2, \text{ (только для барабана с канавками).}$$

9. Определяем полезную длину барабана, мм.,

$$L_{\text{полезн}} = tZ_n \text{ (для одинарного с канавками);}$$

$$L_{\text{полезн}} = 2tZ_n \text{ (для двойного с канавками);}$$

$$L_{\text{полезн}} = d_k * Z_p \text{ (для гладкого).}$$

10. Определяем полную длину барабана, мм.,

$$L_{\text{полн}} = L_{\text{полезн}} + 3t$$

11. Определяем толщину стенок барабана по формуле (2.28), мм.,

$$\delta = 0,02D\sigma + 10,$$

12. Проверяем прочность стенок барабана, кг/см<sup>2</sup>,

$$\beta_{\text{сж}} = \frac{S}{\delta t} \leq [\beta]$$

Выбираем материал из которого изготовлен барабан.

[ $\beta$ ] = для чугуна 10 – 90 МПа, а для стали 100- 120 МПа.

*Чертим вид полиспаста по варианту.*

13. Определяем крутящий момент вала на котором насажен тормозной шкив, [Нм],

$$N = \frac{QV}{1000\eta}$$

$\eta$  – равен 0,84.

$$M_{\text{кр}} = \frac{N_{\text{дв}}}{n_{\text{дв}}} * 9550,$$

14. Определяем тормозной момент, [Нм],

$$M_{\text{т}} = K_{\text{т}} * M_{\text{кр}},$$

где – коэффициент запаса торможения, зависящий от режима работы.

15. По таблице ( приложения 5) подбираем диаметр тормозного шкива и тип тормоза.

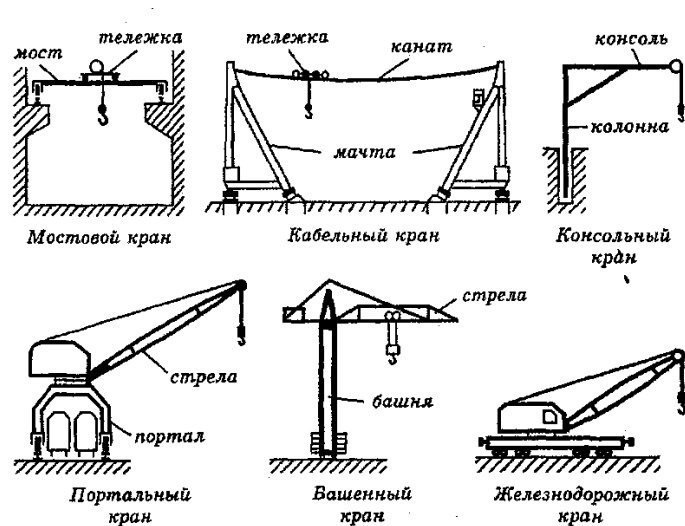
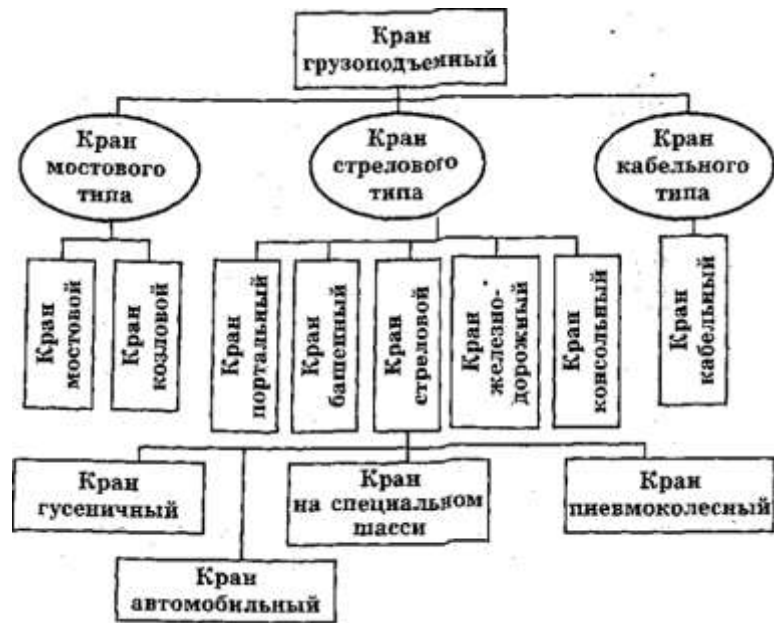
### Практическое занятие 3

#### Расчет и выбор основных параметров для элементов механизма подъема стрелы крана

**Цель:** систематизация и закрепление теоретических знаний; формирование практических умений и навыков выполнения расчетов по заданным параметрам, расчета, механизма изменения вылета стрелы стрелового крана.

**Технические средства обучения:** автоматизированное рабочее место: персональный компьютер, подключенный к сети Internet, принтер, сканер.

#### Краткие теоретические сведения



Классификация кранов.

### Основные параметры кранов.

1. Грузоподъемность;
2. Вылет.
3. Грузовой момент.
4. Пролет.
5. Высота подъема.
6. Глубина опускания.
7. Колея.

## 8.База.

Группа классификации (режима) - характеристика механизма или крана, учитывающая его использование по грузоподъемности, а также по времени или числу циклов работы.

Грузоподъемность кранов стрелового типа зависит от вылета обратно пропорционально. Максимальную грузоподъемность кран имеет на наименьшем вылете, при увеличении вылета его грузоподъемность уменьшается.

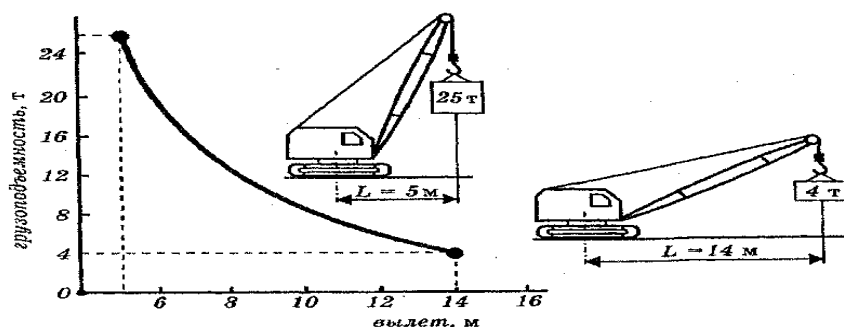


Рис. 1.4. Грузовая характеристика гусеничного крана ДЭК-251

Зависимость грузоподъемности крана от вылета показывает его грузовая характеристика.

*Грузовысотная характеристика* показывает, как зависит высота подъема крюка от вылета при определенных значениях длины стрелы, а также показывает грузоподъемность крана, соответствующую данному вылету. Грузовысотная характеристика объединяет грузовую и высотную характеристики крана. Она более полно характеризует возможности современных стреловых кранов с телескопическими стрелами.

**ВНИМАНИЕ!** Лицо, ответственное за безопасное производство работ кранами, должно знать технические характеристики кранов, работой которых руководит.

### Исходные данные

1. Грузоподъемность (кг) –
2. Вылет стрелы (м) –
3. Плечи действия сил (м):  
l=  
h=  
a=

c=

4. Механизм подъема груза имеет трехкратный сдвоенный полиспаст, кратность = 3;
5. Вес стрелы = 15000Н;
6. Режим работы, n
7. Редуктор червячный, открытой передачи.

### Ход работы.

1. Определяем все силы, действующие на стрелу при ее подъеме. Находим тяговое усилие S, кН, в ветви грузового полиспаста:

$$S = \frac{G}{i_{\text{п}} \eta_{\text{п}}^3},$$

где  $\eta_{\text{п}} = 0,98$  (к.п.д. блока).

2. Находим общее усилие, приложенное к стреловому полиспасту с учетом двухбарабанной грузовой лебедки, кН,

$$P = \frac{G \cdot L + G \cdot l + H_{\text{в}} \cdot h - 2 \cdot S \cdot a}{c},$$

где  $H_{\text{в}}$  ветровая нагрузка действующая на стрелу на стрелу = 400Н.

3. Определяем натяжение  $S_{\text{с}}$  каната, навиваемого на барабан стрелоподъемной лебедки, приняв кратность полиспаста для стрелоподъемной лебедки 3 ( $i_{\text{п}} = 6$ ); кН,

$$S_{\text{с}} = \frac{P}{i_{\text{п}} \cdot \eta_{\text{п}}}$$

4. Определяем к.п.д. полиспаста,

$$\eta_{\text{п}} = \frac{(1 - \eta_{\text{бл}}^{i_{\text{п}}}) \eta_{\text{бл}}}{i_{\text{п}} (1 - \eta_{\text{бл}})} = \frac{(1 - 0,98^6) 0,98}{6(1 - 0,98)} = 0,932$$

5. Находим разрывное усилие каната, кН,

$$S_{\text{раз}} = S_{\text{с}} \cdot n$$

Подбираем диаметр каната.

6. Определяем диаметр барабана, мм,

$$D_{\text{б}} = edk$$

7. Определяем длину каната навиваемого на барабан. По схеме в масштабе путь  $l_6$ , проходимый блоками при изменении вылета стрелы от наименьшего до наибольшего значения, составляет  $l_6=1,74$ м. отсюда определяется длина каната, навиваемого на барабан, м.,

$$l_k=l_6 \cdot i_p,$$

8. Находим скорость набегания каната на барабан, м./с,

$$v_k=l_k/t, \text{ м/с},$$

где –  $t=38$  сек., время перемещения из нижнего в верхнее крайнее положение.

9. Находим скорость вращения барабана, об/мин.

$$n_6=\frac{60V_k}{\pi D_6},$$

10. Мощность двигателя при установившемся режиме, кВт,

$$N=\frac{S_c \cdot v_k}{1000 \eta},$$

К.п.д. лебедки  $\eta=\eta_6 \eta_{ч} \eta_3=0,97 \cdot 0,75 \cdot 0,98=0,713$

где  $\eta_6=0,97$ ;  $\eta_{ч}=0,75$ ;  $\eta_3=0,98$  – к.п.д. соответственно барабана, червячного редуктора, зубчатой пары.

11. По каталогу выбираем электродвигатель.

12. Передаточное число механизма изменения вылета стрелы,

$$i_p=n_d/n_6.$$

Зная передаточное число подбирают редуктор и проектируют остальные элементы передачи.

## Практическое занятие 4

### Расчет и выбор, параметров основных элементов механизма поворота крана

**Цель:** систематизация и закрепление теоретических знаний; формирование практических умений и навыков выполнения расчетов по заданным параметрам, расчетов основных элементов механизма поворота стрелового крана.

**Технические средства обучения:** автоматизированное рабочее место: персональный компьютер, подключенный к сети Internet, принтер, сканер.

#### Краткие теоретические сведения

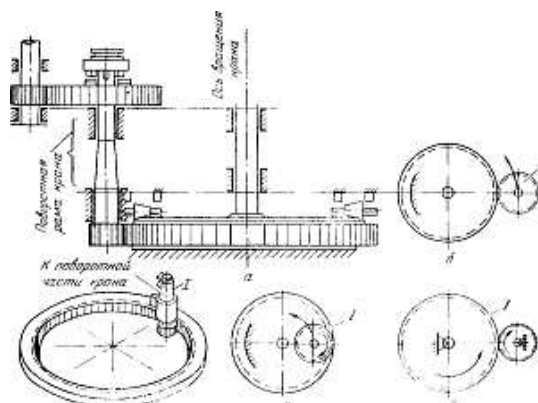


Схема зубчатой передачи механизма поворота крана

*Механизм поворота крана* служит для приведения во вращение поворотной части крана вместе со стрелой и поднятым грузом.

Привод механизма поворота любого крана обычно состоит из червячного или конического, а также цилиндрической зубчатых передач.

#### Исходные данные

1. Вылет стрелы –  $L =$
2. Вес поднимаемого груза –  $G_{г} =$
3. Вес поворотной части крана без стрелы –  $G_{п} =$
4. Вес стрелы –  $G_{стр} =$
5. Опорно-поворотное устройство – шариковое
6. Диаметр круга катания –  $D = 2,1$  м.
7. Диаметр шарика –  $d_{ш} = 0,05$  м.
8. Частота вращения –  $n_{к} = 2$  об/мин.
9. Угол наклона пути –  $\varphi = 4,5$



## Ход работы

1. Определяем вес поворотной части со стрелой:

$$G_{пв} = G_{п} + G_{стр}, \text{ кН.}$$

2. Определяем момент сопротивления повороту крана, создаваемый силами трения:

$$M_{тр} = (G_{г} + G_{пв}) 2 \frac{f}{d_{ш}} r R; \text{ Нм}$$

$$\text{где } f = 0,001 \text{ м., } r = 1,3.$$

3. Для определения момента сопротивления, создаваемого ветром  $M_{в}$ , принимаем:  $p = 250 \text{ Н/м}^2$ ;  $F = 9,0 \text{ м}^2$ ;  $F = 1.6 \text{ м}^2$ ;  $F = 12 \text{ м}^2$ ;  $b = 8 \text{ м}$ ;  $l = 0.7 \text{ м}$ .

$$M_{в} = p(F_{г}L + F_{стр}b - F_{п}l),$$

Где  $p$  – давление ветра,  $\text{Н/м}^2$  (в прибрежных районах больших рек и морей  $p = 400$ , для прочих мест  $p = 250 \text{ Н/м}^2$ ;

$F_{г}, F_{стр}, F_{п}$  – подветренные площади соответственно груза, стрелы и поворотной платформы крана вместе с оборудованием,  $\text{м}^2$ ;

$L, b, l_{п}$  – расстояние от оси поворота до центров тяжести соответственно груза, стрелы и поворотной платформы, м. .

4. Моментот горизонтальных составляющих веса при наклоне крана:

$$M_{Н}^к = (G_{г}L + l_{п}) \sin \varphi,$$

5. Находим общий статистический момент сопротивления повороту крана,

$$M_{ст} = M + M + M_{Н}^к,$$

6. Определяем мощность электродвигателя по формуле,

$$N = \frac{M_{ст} n_{к}}{9550 \eta},$$

предварительно принимая, что к.п.д. механизма  $\eta = 0,88$ .

7. По каталогу (приложения 4) подбираем двигатель.

8. Передаточное число передачи:

$$i_p = n_d / n_k ,$$

Зная передаточное число выбирают редуктор и проектируют основные элементы передачи.

## **Практическое занятие 5**

### **Расчет устойчивости стреловых кранов**

**Цель:** систематизация и закрепление теоретических знаний; формирование практических умений и навыков выполнения расчетов по заданным параметрам, расчетов грузовой и собственной устойчивости крана.

**Технические средства обучения:** автоматизированное рабочее место: персональный компьютер, подключенный к сети Internet, принтер, сканер.

### **Краткие теоретические сведения**

Устойчивость крана — это способность крана противодействовать опрокидывающим моментам.

Опрокидывающий момент относительно ребра опрокидывания, создают:

- вес груза  $Q$ ;
- ветровая нагрузка;
- сила инерции  $F_{ин}$ , которая возникает при изменении скорости подъема и опускания груза. Устойчивость крана также снижает уклон рабочей площадки.

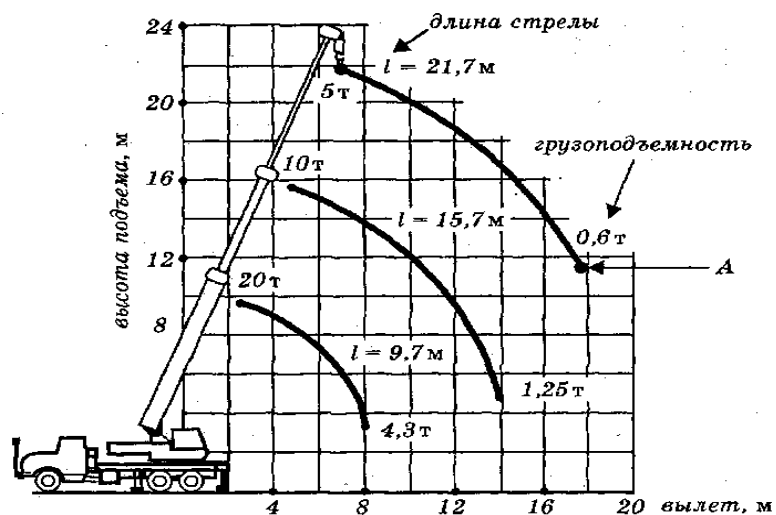
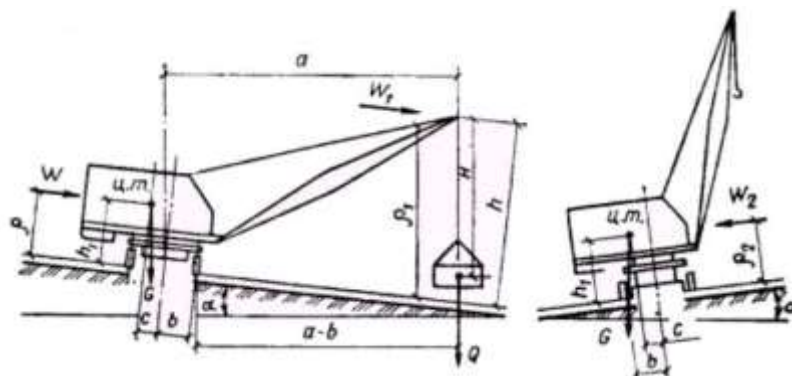


Рис. 1.5. Грузовысотная характеристика автомобильного крана КС-4573



### Причины опрокидывания кранов:

1. Превышена грузоподъемность крана на данном вылете.
2. Нарушены правила установки крана (не установлены выносные опоры, угол наклона площадки больше допустимого, и др.)
3. Неисправен рельсовый крановый путь.
4. Кран работает при скорости ветра, превышающей указанную в паспорте.
5. Башенный или другой рельсовый кран не установлен на противоугонные устройства по окончании работы.

Все краны рассчитаны с запасом устойчивости, поэтому опрокидывание крана всегда является результатом грубого нарушения правил безопасности.

**ВНИМАНИЕ!** Лицо, ответственное за безопасное производство работ кранами, должно знать технические характеристики кранов, работой которых руководит.

### Исходные данные.

Грузоподъемность, кг.  $Q =$

Вес крана без груза, кг.  $G_k =$

Расстояние от оси поворота крана до центра тяжести, м.  $c =$

Расстояние от точки опрокидывания крана до оси поворота, м.  $b =$

Сила давления ветра, Н.  $W_1^1 =$

Расстояние от линии действия силы давления ветра до ребра опрокидывания, м.  $h_1^1 =$

Угол крена крана, град.  $\alpha =$

Расстояние от уровня головки рельса до центра тяжести крана, м.  $h_0 =$

Скорость опускания груза, м/с.  $V =$

Время торможения груза, с.  $t =$

Ускорение свободного падения, м/с.  $g =$

Ветровая нагрузка на поднимаемый груз, Н.  $W_2 =$

Вылет крана, м.  $L =$

Расстояние от уровня головки рельса до вершины стрелы, м.  $h_2 =$

Расстояние от груза до вершины стрелы, м.  $H =$

Количество оборотов крана, об/мин.  $n =$

### Ход работы.

1. Расчет устойчивости крана с заданным грузом.

$$K_{ст} = \frac{M_k}{M_{г}} = \frac{G_k [(c+b)\cos\alpha - h\sin\alpha]}{G(L-b)} \geq 1,4$$

где  $G_k$  – вес крана без груза, Н;

$c$  – расстояние от оси поворота крана до центра тяжести, м;

$b$  – расстояние от точки опрокидывания крана до оси поворота, м;

$h$  – расстояние от уровня головки рельса до центра тяжести крана, м;

$G$  – грузоподъемность крана, Н.

2. Расчет собственной устойчивости стрелового крана. Кран без груза с максимально поднятой стрелой вверх:

$$K_2 = \frac{G_k[(c-b)\cos\alpha - h\sin\alpha]}{W_1^1 * h_1^1} \geq 1,15$$

где  $W_1^1$  – сила действия ветра, Н;

$h_1^1$  – расстояние от линии действия силы  $W_1^1$  до ребра опрокидывания, м.

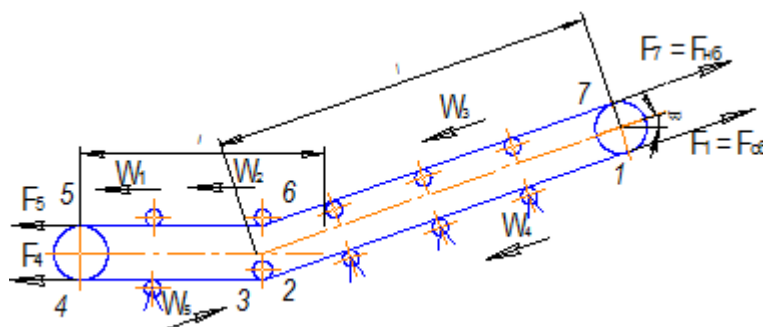
## Практическое занятие 6

### Тяговый расчет ленточного конвейера.

**Цель:** систематизация и закрепление теоретических знаний; формирование практических умений и навыков выполнения расчетов по заданным параметрам, расчетов элементов ленточного конвейера.

**Технические средства обучения:** автоматизированное рабочее место: персональный компьютер, подключенный к сети Internet, принтер, сканер.

### Краткие теоретические сведения



Конвейер относится к машинам погрузо-разгрузочных работ непрерывного действия. Конвейер обеспечивает перемещения сыпучих или штучных грузов с определенными интервалами.

Широкое применение на железнодорожном транспорте нашли конвейеры ленточного типа, они могут быть стационарными и передвижными.

В зависимости от *направления перемещения объектов* конвейеры делят на: горизонтальные, вертикальные, наклонные.

В зависимости от типа *груза*: насыпные, штучные.

В зависимости от выполняемых *функций*: транспортировочные, сборочные, сортировочные.

В зависимости от *размещения* самого конвейера или деталей: напольные, подвесные.

В зависимости от *тягового органа*: ленточные, цепные, канатные.

В зависимости от *грузонесущей конструкции* (с тяговым органом): ленточный, гладкий, профилированный, карманный, пластинчатый, люлечный, скребковый, ковшовый.

В зависимости от *расположения рабочего места* работника: рабочий (рабочее место работника находится на конвейере — движется вместе с конвейером); распределительный (фиксированное место работы работника).

В процессе работы конвейера необходимо тщательно следить за равномерностью загрузки ленты и правильностью ее хода.

Особое внимание надо обращать на очистку ленты, роликов и барабанов от прилипшего к ним материала, что часто является причиной ненормальной работы и даже серьезных аварий транспортера. Для очистки ленты применяют резиновые и стальные плоские скребки, а также проволочные щетки принудительного вращения и другие типы очистителей.

Перед монтажом все узлы конвейера осматривают, проверяют комплектность и устанавливают их годность.

## Исходные данные

1. Производительность конвейера, т/час.  $\Pi =$
2. Длина горизонтальной части конвейера, м.  $L_k^c =$
3. Длина наклонной части конвейера, м.  $L_k^H =$
4. Угол подъема конвейера, град.  $A =$
5. Угол наклона бортов, град.  $\beta = 60$
6. Угол естественного откоса грунта, град.  $\rho_3 = 15$
7. Плотность грунта,  $\text{кг/м}^2 \gamma = 1500$
8. Высота подъема груза, м.  $H = 1,23$
9. Высота бортов конвейера, м.  $h =$
10. Скорость перемещения ленты, м/с  $V_l = 1,15$

## Методика расчета

1. Определение параметров ленточного конвейера.
  - 1.1. Определяем ширину ленты:

$$B = \sqrt{\frac{1}{0,25} \left[ \frac{\Pi}{\text{tg}\beta + \text{tg}\rho_3 \gamma * V_l + 0.16} \right]}, \text{м.}$$

где  $\Pi$  - производительность конвейера, т/час;

$\beta$  – угол наклона бортов, град.;

$\gamma$  – плотность грунта,  $\text{кг/м}^3$ ;

$V_l$  – скорость ленты, м/с;

$\rho_3$  – угол естественного уклона грунта, град.

Согласно ГОСТ, принимаем прорезиненную ленту шириной  $B = 1000$  мм., типа 2Р., у которой ширина прокладки  $\delta = 1,5$  мм., толщина резиновой обкладки  $\delta_1 = 6,3$  (верх),  $\delta_2 = 2$  мм. (нижний), предварительно принимаем число прокладок в ленте  $i_l = 5$  мм. .

- 1.2. Определяем погонный вес ленты:

$$q_l = 11B(\delta * i_l + \delta_1 + \delta_2), \text{Нм.}$$

- 1.3. Определяем погонный вес материала:

$$q_m = \frac{\Pi * 10}{3,6 * V_L}, \text{ Нм.}$$

1.4. Определяем погонный вес двух тяговых цепей.

Предварительно принимаем погонный вес двух цепей по аналогам подобных конструкций для снегоуборочной машины.

$$q_{ц} = 120, \text{ Нм.}$$

1.5. Определяем погонный вес конвейера с материалом:

$$q_0 = q_l + q_{ц}, \text{ Нм.}$$

1.6. Определяем общую погонную нагрузку:

$$q = q_m + q_0, \text{ Нм.}$$

1.7. Определяем длину горизонтальной проекции конвейерной ленты:

$$L_K^{Пр} = L_K^Г + L_K^Н * \cos \alpha, \text{ м.}$$

1.8. Определяем общее натяжение ленты:

$$S = q_m * L_K^Н * \sin \alpha + q * L_K^{Пр} * w + \frac{q * l_n^2}{8\varphi} + 10 \frac{h^2}{tg \beta} * L_K^{Пр} * \gamma \mu_1, \text{ м.}$$

где  $w$  – удельное сопротивление движению ленты и цепей.

1.9. Динамические усилия в цепи:

$$S_d = 3 * 2\Pi^2 \frac{V_L^2}{10z^2 * t} q * L_k, \text{ Н.}$$

где  $z$  – число зубьев звезд;

$t$  – шаг цепи, м.

1.10. Диаметр начальной окружности звездочки для цепи:

$$D_0 = \frac{t}{\sin\left(\frac{180^\circ}{z}\right)},$$



2. Определяем мощность электродвигателя и передаточное число привода конвейера.

2.1. Определение мощности двигателя:

$$N = \frac{P_H}{360} + \frac{P L_K^{Pr} * w}{360} + \frac{w_6 v_L + 2 q_0 L_K^{Pr} * w * v_L}{1000}, \text{ кВт}$$

$$N_d = \frac{N}{\eta}, \text{ кВт}$$

где  $\eta$  – КПД механизма подбираем по ГОСТу электродвигатель с:

$$N_{дв} = \quad n_{дв} =$$

3. Определяем передаточное число:

$$i = \frac{n_{дв}}{n}$$

## Практическое занятие 7

### Расчет механизма передвижения МПТ

**Цель:** систематизация и закрепление теоретических знаний; формирование практических умений и навыков выполнения расчетов по заданным параметрам, расчеты проверки условия для обеспечения передвижения грузовой дрезины с прицепным грузом.

**Технические средства обучения:** автоматизированное рабочее место: персональный компьютер, подключенный к сети Internet, принтер, сканер.

### Краткие теоретические сведения

Назначение и общее устройство МПТ - 4

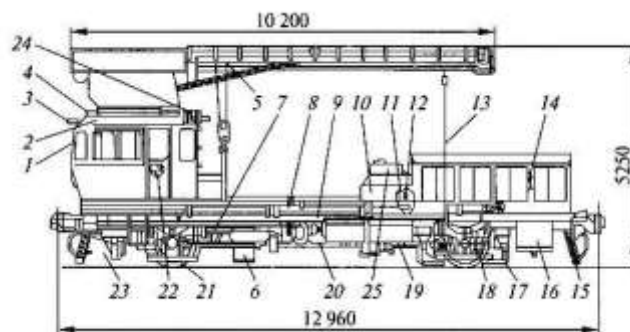


Рисунок -1. Мотовоз погрузочно-транспортный МПТ-4. Общий вид:

1 — стеклоочиститель; 2 — кабина; 3 — тифон; 4 — радиостанция; 5 — крановая установка; 6 — трансформатор сварочный, 7 — тормозная рычажная передача; 8 — борта и подножки; 9 — рама; 10 — капот; 11 — компрессор; 12 — система питания гидропередачи; 13 — транспортные распорки; 14 — огнетушитель; 15 — путеочиститель; 16 — топливные баки; 17 — песочницы; 18 — рессорное подвешивание; 19, 20 — карданный вал; 21 — колесные пары; 22 — ручной тормоз; 23 — крепление рельсов; 24 — кондиционер, 25 — электромагнит

Погрузочно-транспортный мотовоз МПТ-4 (рис.1) предназначен для погрузочно-разгрузочных работ, перевозки рабочих бригад и грузов при текущем содержании и ремонте железнодорожного пути; используется для маневровых работ на железнодорожных станциях; служит источником питания для различного рода электрических путевых инструментов при выполнении ремонтных работ.

Экипажная часть мотовоза содержит сварную раму 20, которая опирается через буксовое рессорное подвешивание на переднюю 23 и заднюю 77 колесные пары. Привод колесных пар мотовоза осуществляется от дизеля 12 ЯМЗ-238Б-14 мощностью 220 кВт через гидромеханическую коробку перемены передач 19, карданные валы 18, промежуточную опору 21 и осевые редукторы.

Схема привода аналогична приводу полноприводных автомобилей, с той разницей, что здесь отсутствует межосевой дифференциал и, как показывает опыт эксплуатации, ходовая часть при этом испытывает более существенные динамические нагрузки.

Мотовоз имеет тормозную систему 22, автосцепки 13 и систему безопасности движения КЛУБ-УП 14. На раме размещается кабина управления 25, которая позволяет также перевозить персонал в количестве до 11 чел.

Кабина управления 25 имеет жесткий стальной каркас, на котором через промежуточную опору 26 и основание 27 с опорно-поворотным кругом

устанавливается консольный кран, имеющий зону обслуживания в радиусе до 7,5 м.

Технический уход сводится к периодическим осмотрам и техническому обслуживанию. Осмотры подразделяют на ежедневный и годовой контрольно-технический.

Ежедневный осмотр водитель выполняет до выезда на перегон. Годовой проводит комиссия. Техническое обслуживание подразделяется на ТО-1, выполняемое через 1250 км пробега (100 ч работы) и ТО-2 — через 5000 км пробега (400 ч работы). Оба обслуживания проводит бригада.

При ежедневном осмотре машину очищают от грязи, проверяют уровень масла и воды в двигателе, исправность сигнализации, кранового оборудования, плотность воздушных и гидравлических трубопроводов. Опробуют исправность двигателя, основных механизмов и агрегатов.

### **Исходные данные.**

Тип дрезины – МПД с одной двухосной платформой;

Радиус кривой, м. – R =

Подъем железнодорожного пути, град. – i =

Масса дрезины, т. – Q =

Масса прицепного груза, т. – Q<sub>а</sub>=

Мощность силовой установки, кВт – N<sub>д</sub> =

Число оборотов двигателя, об/мин. – n =

КПД передачи, η=

Передаточное число трансмиссии, i<sub>т</sub> =

Количество осей в платформе, n<sub>осей</sub>=

Диаметр колес, м. D =

### **Ход работы.**

Определяем полное сопротивление движению мотовоза с платформой:

$$W=Q_1(\omega'_0 + \omega_i + \omega_r)+Q_2(\omega''_0 + \omega_i + \omega_r), \text{ Н}$$

где Q<sub>1</sub> – масса мотовоза, т;

Q<sub>2</sub> – масса платформы, т;

$\omega'_0$  – основное удельное сопротивление движению мотовоза, Н/т.

$$\omega'_0 = 10(1,2 + 0,025 \cdot 65 + 0,00016 \cdot 65^2) = 35 \text{ Н/т},$$

$\omega''_0$  – основное удельное сопротивление движению платформы.

$$\omega''_0 = 10\left(0,7 + \frac{8 + 0,1 \cdot v + 0,0025 \cdot v^2}{q_0}\right), \text{ Н/т}$$

$q_0$  – масса, приходящая на одну ось платформы, т.

$$q_0 = Q/n_{\text{осей}} = 45/2 = 22,5 \text{ т.},$$

$n_{\text{осей}}$  – количество осей в платформе

$$\omega''_0 = 10\left(0,7 + \frac{8 + 0,1 \cdot 65 + 0,0025 \cdot 65^2}{22,5}\right) = 18,14 \text{ Н/т},$$

$\omega_i$  – дополнительное удельное сопротивление от подъема

$$\omega_i = 10 \cdot i = 10 \cdot 5 = 50 \text{ Н/т}$$

$\omega_r$  – дополнительное удельное сопротивление от кривой

$$\omega_r = 700/R, \text{ Н/т}$$

$R$  – радиус кривой, м

$$\omega_i = 700/350 = 2 \text{ Н/т}$$

$$W = 29,2(35 + 50 + 2) + 45(8,14 + 50 + 2) = 7926 \text{ Н.}$$

Определим касательную силу тяги мотовоза:

$$P_k = \frac{2M_d \cdot \eta_M \cdot i_m}{D} = \frac{2 \cdot 9550 \cdot N_d \cdot \eta_M \cdot i_m}{D \cdot n} l, \text{ Н}$$

где  $N_d$  – мощность двигателя мотовоза, кВт;

$\eta_M$  – КПД передачи;

$i_m$  – передаточное число трансмиссии;

$n$  – количество оборотов двигателя, об/мин.;

$D$  – диаметр колес мотовоза, м.

$$P_{\hat{e}} = \frac{2 \cdot 9550 \cdot 220 \cdot 0,85 \cdot 4,6}{0,957 \cdot 2500} = 8584 \text{ Н}$$

Определяем силу тяги по сцеплению:

$$F_k = 1000 * \varphi_k * P_{сц}, \text{ Н}$$

где  $\varphi_k$  – коэффициент сцепления колес с рельсами.

$$\varphi_k = 0,25 = \frac{8}{100+20*v} = 0,25 + \frac{8}{100+20*65} = 0,255$$

Находим сцепной вес мотовоза,  $P_{сц}$ :

$$P_{сц} = 10 * Q_1 = 10 * 29,2 \text{ кН}$$

$$F_e = 1000 * 0,255 * 292 = 74460 \text{ Н}$$

Проверим соблюдение неравенства условий движения мотовоза с платформой.

Для движения мотовоза необходимо соблюдение неравенств:

$$P_k > W \text{ и } F_k > P_k$$

## Практическое занятие 8

### Изучение и анализ конструкции погрузочно – транспортных машин

**Цель:** систематизация и закрепление теоретических знаний устройства и принципа действия железнодорожно – строительных машин, ознакомление с назначением и конструкцией погрузочно– транспортных и специализированных машин для железнодорожных путевых работ.

**Технические средства обучения:** автоматизированное рабочее место: персональный компьютер, подключенный к сети Internet, принтер, сканер.

**Оборудование:** натуральные образцы рабочих органов погрузочно – транспортных машин и специализированных машин.

### Краткие теоретические сведения

Погрузочно-разгрузочные машины - используются на железнодорожном транспорте для производства операций, связанных с погрузкой грузов вагоны и на различные виды транспорта, с выгрузкой их из вагонов, с перегрузкой, транспортировкой, сортировкой грузов в складских помещениях СВХ, на грузовых дворах, при перевалке грузов и т. п.

Применение погрузочно-разгрузочных машин и другого оборудования при грузопереработке лежит в основе механизации погрузочно-разгрузочных работ. Выбор средств механизации определяется следующими факторами:

- видом груза (насыпной, штучный, длинномерный) и его физико-механическими свойствами;
- типом транспортных средств;
- объёмом выполняемых работ.

Для выполнения погрузочно-разгрузочных, перегрузочных, укладочных работ с насыпными или тарно-штучными грузами применяют погрузчики периодического действия с различными грузозахватными приспособлениями, самоходные погрузчики непрерывного действия, специальные вагоно - разгрузочные машины, которые осуществляют только разгрузку вагонов.

В современном строительстве грузоподъемный механизм (кран) является центральным узлом строительной площадки, к которому привязываются подъездные пути, склады конструкций и материалов, временные коммуникации, административно-бытовые помещения. От характеристик крана зависят размеры, как отдельных зон, так и строительной площадки в целом.

Грузозахватные приспособления, это вид комплексных устройств, начинающиеся с самых простых, которые включают в себя различные виды строп, от канатных и стальных, траверсы, до грейферов и разного рода захватов. Все грузозахватные устройства разделяются в зависимости от их назначения. Существуют универсальные приспособления, которые могут быть использованы для работы с разными грузами с одинаковыми параметрами и специальные, которые предназначены для захвата и переноса каких-то определённых грузов. Для хорошей работы, грузозахватные приспособления обязаны быть в первую очередь безопасными, но, кроме того, что немаловажно, ещё удобными и простыми в использовании. Это обеспечивают надежные крюки и простота крепления строп. Самым распространённым видом грузозахватных устройств являются разного рода стропы, которые тоже делятся на различные виды - шестиветвевые, четырёхветвевые и двухветвевые, а также облегчённые и универсальные. Концы строп, которые используются для навески, оснащены специализированными металлическими кольцами, которые предохраняют

тросы от перетиранья и крепятся к скобам, кольцам и крюкам. Концы для захвата напротив оснащены крюками, захватными механизмами или карабинами.

Грузоподъемный кран работает кратковременно, в повторяющемся циклическом режиме в отличие от машин непрерывного (постоянного) действия, например, конвейеров. Грузоподъемный кран - основное средство механизации производственных процессов, погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских работ на всех промышленных предприятиях, строительно-монтажных площадках, в речных и морских портах, на железнодорожном транспорте и других отраслях народного хозяйства. Очевидно, что область применения грузоподъемных кранов очень широка.

## Практическое занятие 9

### Тяговый расчет путевого струга

**Цель:** систематизация и закрепление теоретических знаний; формирование практических умений и навыков выполнения по заданным параметрам расчетов и проверки условий для обеспечения передвижения железнодорожно - строительной струго – снегоочистительной машины СС-1М в рабочем состоянии.

**Технические средства обучения:** автоматизированное рабочее место: персональный компьютер, подключенный к сети Internet, принтер, сканер.

### Краткие теоретические сведения

**Путевой струг** — [путевая машина](#), применяемая на [железных дорогах](#) для ремонта земляного полотна, а также для очистки [железнодорожных путей](#) от снега. Путевые струги производят нарезку новых и очистку старых кюветов, оправку откосов выемок, насыпей и [балластной призмы](#), отвалку и срезку загрязнённого балласта с соседнего пути при снятой [рельсо-шпальной решётке](#), планировку грунта при строительстве вторых путей, очистку от снега [станций](#) и [перегонов](#), отвалку снега в местах его выгрузки.

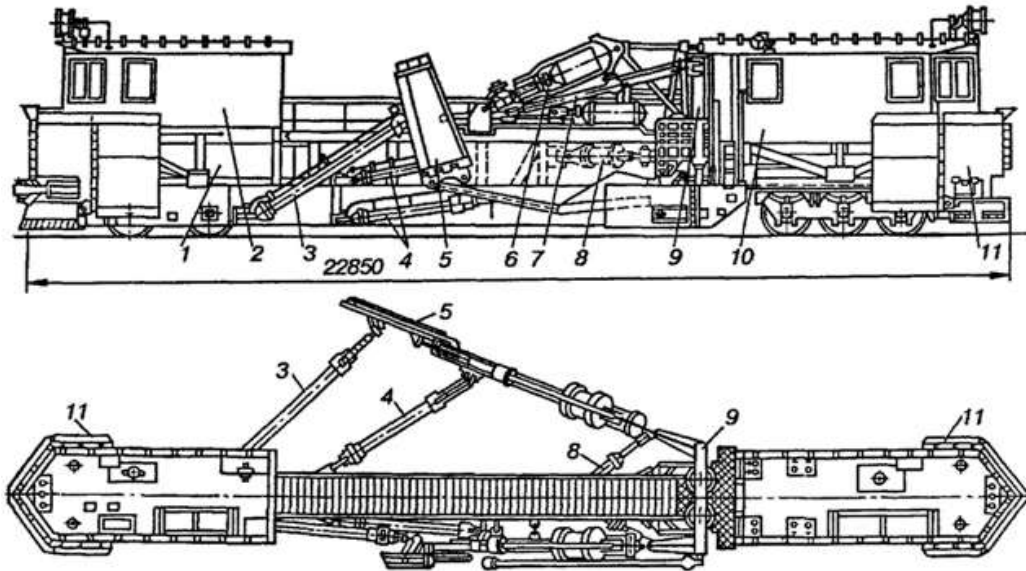
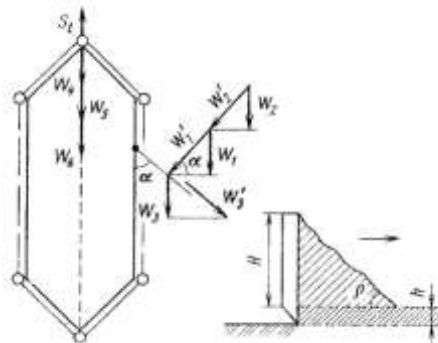


Схема машины СС-1

Написать каждое устройство и механизм обозначенный цифрами на схеме.



Расчетная схема железнодорожного путевого струга

### Исходные данные

Вес струга-снегоочистителя, т.  $G =$

Длина режущей кромке крыла, м.  $l =$

Толщина срезаемой стружки, м.  $h =$

Угол раскрытия крыла в плане, град.  $\alpha =$

Рабочая скорость струга-снегоочистителя, км/ч.  $v =$

Объемная масса грунта (тяжелый суглинок 3 категории),  $\text{кг/м}^3$   $\gamma =$

Расчетный уклон железнодорожного пути на подъем, 0/00  $i =$



Радиус кривой, м.  $R =$

Расчетная сила локомотива, кН.  $S_t =$

### Ход работы

Определение полного сопротивления движения струга-снегоочистителя:

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 + W_6, \text{ кН}$$

где  $W_1$  – сопротивление грунта резанью.

$$W_1 = k * h * l * \sin \alpha, \text{ кН}$$

$k$  – удельное сопротивление резанью для грунта 3 категории,  $k = 0.12$  МПа;

$h$  – толщина срезаемой стружки, м;

$l$  – длина режущей кромки крыла, м;

$\alpha$  – угол раскрытия крыла в плане, град.

$W_2$  – сопротивление перемещению вырезанного и находящегося перед крылом грунта:

$$W_2 = \frac{H^2 * l * g}{2 + tg S} * f * \gamma * \sin \alpha, \text{ кН},$$

где  $H = 1$  м. – высота вала грунта;

$S = 40^\circ$  – угол естественного откоса грунта,  $S = 0,8$ ;

$f = 0,6$  – коэффициент трения грунта по грунту;

$g$  – коэффициент свободного падения,  $g = 9,81$ .

$W_3$  – сопротивление перемещению грунта вдоль крыла:

$$W_3 = \frac{H^2 * i}{2 + tg S} * \gamma * f * f_1 * \cos \alpha, \text{ кН}$$

$f_1 = 0,5$  – коэффициент трения грунта по стали.

$W_4$  – сопротивление передвижению струга снегоочистителя как подвижной единицы:

$$W_4 = G * g * \frac{65 + v}{12 + 0,55 * G}, \text{ кН}$$

$v$  – рабочая скорость движения струга, км/час.;

$G$  – вес струга, т.;

$W_5$  – сопротивление движению струга- снегоочистителя в кривых:

$$W_5 = \frac{700}{R} * G * g, \text{ кН}$$

$R$  – радиус кривой, м.

$W_6$  – сопротивление струга-снегоочистителя от уклона пути:

$$W_6 = G * g * i, \text{ кН}$$

$i$  – расчетный угол подъема железнодорожного пути.

Определяем полную величину сопротивления движению по формуле:

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5 + W_6, \text{ кН}$$

Для возможности выполнения стругом-снегоочистителем и локомотивом заданной работы необходимо соблюдать неравенства:

$$St > W,$$

С учетом динамического фактора (коэффициента запаса  $\mu=1,2$ );

$$St \geq \mu W$$

По расчетной силе тяги локомотива необходимо подобрать локомотив с силой тяги, который будет достаточно для преодоления сопротивления, возникающий в процессе работы струга-снегоочистителя.

Расчетная сила тяги соответствует (либо не соответствует) силе тяги локомотива  $B$  (свое значение по варианту  $St$ ) и будет достаточно для сопротивления возникающим в процессе работы струга-снегоочистителя.

## Практическое занятие 10

### Расчет лебедки для передвижения пакетов звеньев

**Цель:** систематизация и закрепление теоретических знаний; формирование практических умений и навыков выполнения по заданным параметрам расчет элементов лебедки для передвижки пакетов рельсошпальной решетки.

**Технические средства обучения:** автоматизированное рабочее место: персональный компьютер, подключенный к сети Internet, принтер, сканер.

### Краткие теоретические сведения

При капитальном ремонте железнодорожного пути обычно используются два специализированных хозяйственных поезда –разборочный и укладочный. Первый из них предназначен для снятия и транспортировки старых звеньев, а

другой – для перевозки новых звеньев и их укладки в железнодорожный путь. По номенклатуре поезда идентичны, но отличаются порядком расположения единиц СПС.

Для перемещения пакетов звеньев кран оборудуется транспортером с роликами, имеющими по две реборды, позволяющие направлять пакет при движении. Перемещение пакета производится путем его перетягивания одной из двух лебедок после закрепления троса на перемещаемом пакете.

Моторная платформа МПД-2 в составе укладочного поезда служит в качестве тяговой подвижной единицы для промежуточной и основной части состава в случае, если их вес относительно небольшой и для передвижения по фронту работ не обязательно использовать тепловоз.

Пакет звеньев перемещается по роликовому транспортеру с помощью одной из лебедок. Грузоподъемность платформы при работе составляет 60т. При следовании укладочного поезда на железнодорожный перегон запрещается транспортировка пакетов звеньев на моторных платформах.

### **Исходные данные**

Количество лебедок для перетяжки пакетов –

Тяговое усилие лебедки, Н.  $F=$

Длина звена, м.  $L=$

Рельсы –

Шпалы –

Эпюра шпал, шт/км.,  $\Theta =$

Величина руководящего уклона пути на подъеме,  $i=$

Количество звеньев в пакете,  $n=$

Количество одновременно перетягиваемых пакетов,  $Z_{\Pi} =$

Скорость передвижения пакетов, м/с.,  $v =$

КПД червячной передачи,  $\eta_{\text{чп}} =$

КПД открытой зубчатой передачи,  $\eta_{\text{зп}} =$

КПД барабана, обводных блоков,  $\eta_{\text{б}} =$

Диаметр роликов роликового конвейера, м.,  $D_p =$

Диаметр цапф осей роликов, м.,  $d =$

### Ход работы

Определяем усилие в канате лебедки для перетяжки пакетов.

Определяем массу перетягиваемого пакета

$$Q = (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6),$$

где  $Q_1$  – масса рельсов;

$Q_2$  – масса шпал;

$Q_3$  – масса подкладок;

$Q_4$  – масса костылей;

$Q_5$  – масса накладок с болтами;

$Q_6$  – масса противоугонов.

Масса рельсов

$$Q_1 = q_1 * n_1, \text{ кг},$$

где -  $q_1 = 64,9$  – масса 1 погонного метра рельса Р65

$$q_1 = 64,9 * 25 = 1622,5 \text{ кг};$$

$n_1 = 2$  – количество рельсов.

Масса шпал

$$Q_2 = q_2 * n_2, \text{ кг}.$$

где -  $q_2 = 70$  кг – масса деревянной шпалы;

$n_2 = 50$  – количество шпал в одном звене.

Количество шпал в звене при эюре 2000 шт/км:

$$n_{зв} = \frac{2000}{40} = 50$$

Масса подкладок

$$Q_3 = q_3 * 2 * n_{зв}, \text{ кг},$$

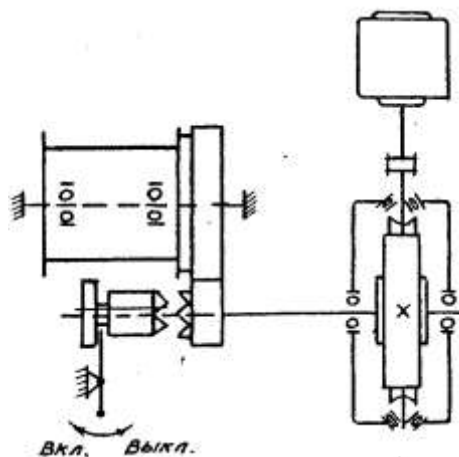
где -  $q_3 = 7,91$  – масса одной подкладки.

Масса костылей

$$Q_4 = q_4 * n_3, \text{ кг}.$$

где  $q_4 = 0,378$  – масса костылей;

$n_3 = 500$  – количество костылей на звено.



Масса накладок с болтами

$$Q_5 = q_5 * n_4 + q'_5 * n'_5, \text{ кг}$$

где  $q_5 = 23,5$  кг. – масса накладки;

$q'_5 = 0,85$  кг – масса болта с гайкой;

$n_4 = 20$  – количество накладок в пакете;

$n'_5 = 40$  – количество болтов в пакете.

Масса противоугонов:

$$Q_6 = q_6 * n_5,$$

где  $q_6=1,28$  кг. - масса противоугонов;

$n_5 = 68$  – количество противоугонов.

Определяем массу рельсошпальной решетки:

$$Q = (Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5 + Q_6),$$

Определение веса пакета звеньев:

$$G_{\Pi} = Q * g * n, \text{ Н}$$

где  $n$  – количество звеньев в пакете рельсошпальной решетки.

Соппротивление от трения в роликовых конвейерах:

$$W_1 = \left( \frac{2 * G_{\Pi}}{D_p} * \mu_1 + \mu_2 * \frac{d}{2} \right) Z_{\Pi} * \beta, \text{ Н}$$

где  $\beta = 0,15$  – коэффициент, учитывающий трение реборд роликов о головку рельс;

$\mu_1 = 0,0006$  – коэффициент трения качения роликов по рельсу;

$\mu_2 = 0,02$  – коэффициент трения качения в шарикоподшипниках роликовых опор.

Определение сопротивления от подъема железнодорожного пути на руководящем уклоне:

$$W_2 = G_{\Pi} * i * Z_{\Pi}, \text{ Н}$$

Определение усилия в канате, равное силе сопротивления передвижению пакетов по роликам конвейера:

$$F_c = W_1 + W_2, \text{ кН}$$

Определение мощности двигателя:

$$N = \frac{F_c * \sqrt{\frac{t_p}{t_{\Pi}} * v * K}}{\eta_{\text{общ}}}, \text{ кВт}$$

где  $t_p = 90$ с. – максимальное время работы двигателя в секундах, в цикле передвижки пакетов при условии соблюдения режима ПВ=25%;

$t_{\Pi} = 360$ с. – продолжительность одного цикла передвижки пакетов;

$K = 1,2$  – коэффициент неучтенных сопротивлений при передвижки в кривых.

Количество циклов передвижки:

$$N_{\text{ц}} = \frac{Q_{\text{кр}}}{L_{\text{п}}}, \text{ циклов/час}$$

Продолжительность цикла:

$$t_{\text{ц}} = \frac{360}{n_{\text{ц}}}, \text{ сек}$$

По каталогу подбираем электродвигатель постоянного тока типа (тип двигателя),  $N =$  кВт,  $n_{\text{д}} =$  об/мин.

Определение общего передаточного числа механизмов:

$$n_{\text{б}} = \frac{V * 6}{\pi * D_{\text{б}}}, \text{ об/мин.}$$

Передаточное число механизма:

$$i = \frac{n_{\text{д}}}{n_{\text{б}}},$$

где  $n_{\text{д}}$  – частота вращения вала двигателя при установившемся движении пакетов со скоростью  $v = 0,415$  м/с.

## Практическое занятие 11

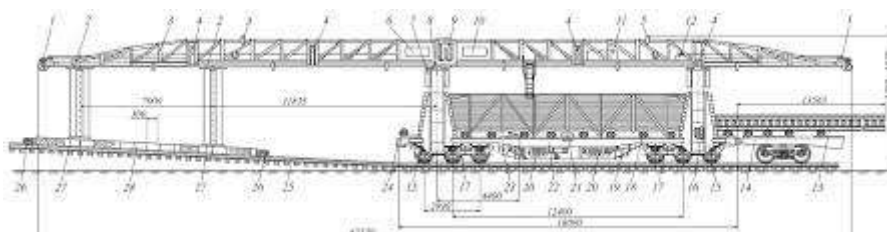
### Изучение и анализ конструкций путеукладочных машин

**Цель:** систематизация и закрепление теоретических знаний; устройства и принципа действия, ознакомление с назначением и конструкцией железнодорожно-строительных путеукладочных машин.

**Оборудование:** комплекты образцов железнодорожно-строительных путеукладочных машин.

**Технические средства обучения:** автоматизированное рабочее место: персональный компьютер, подключенный к сети Internet, принтер, сканер.

### Краткие теоретические сведения



Укладочный кран УК-25/9-18 служит для укладки и разборки ж.д. пути, звеньями длиной 25 м., с деревянными или железобетонными шпалами. Его экипажная часть представляет собой моторную платформу, состоящую из рамы, которая опирается на две трехосные ходовые тележки с двумя крайними приводными колесными парами. На приводной оси смонтирован двухступенчатый редуктор, а на раме тележки – тяговый электро двигатель мощностью 43 кВт. В отсеках рамы смонтированы два дизель-электрических агрегата, обеспечивающих энергией в рабочем режиме крановое, тяговое и вспомогательное оборудование, а в транспортном режиме – тяговое и вспомогательное оборудование. Дизель имеет мощность 121 кВт и через муфту соединяет с генератором постоянного тока, имеющим напряжение 230В и мощность 100 кВт. Новые и модернизированные краны оснащаются более мощными дизель-электрическими агрегатами на базе дизеля ЯМЗ-238М мощностью 220 кВт. Топливо помещается в двух баках. Кран имеет жесткие автосцепки, тормозную систему и необходимые устройства сигнализации и освещения рабочей зоны в темное время суток.

Для перемещения пакетов звеньев кран оборудуется транспортером с роликами, имеющим по две реборды, позволяющие направлять пакет при движении. Перемещение пакета производится путем его перетягивания одной из двух лебедок после закрепления троса на пакете.

На моторной платформе крана устанавливается крановое оборудование, которое содержит стрелу, установленную через поперечные и откидные балки на выдвижных каретках. Каретки находятся в направляющих порталных стоек, в которых размещены по три плунжерных гидроцилиндра. При подъеме кареток стрела поднимается в рабочее положение для пропуска пакета необходимой высоты. Каретки после подъема закрепляются стопорными устройствами. Кран имеет две независимых гидросистемы подъема передней и задней пары кареток. Подача рабочей жидкости под давлением в систему производится насосом, который через муфту и цепную передачу соединяется с электродвигателем привода лебедки для перетяжки пакетов звеньев. Управление подъемом и опусканием кареток осуществляется распределителем. Синхронизация правой и левой кареток обеспечивается путем пропуска раб.жидкости через делитель-сумматор потока (дозатор) шестеренчатого типа.

Звено захватывается при работе за головки рельсов специальной траверсой, состоящей из сворной балки с рельсовыми захватами по торцам. Траверса через блоковые полиспасты подвешивается на грузовых тележках ,



перемещаемых вдоль стрелы по усиленным швеллерным направляющим. Механизм подъема звена включает грузовую лебедку, имеющую два барабана разного диаметра (328 мм. и 362 мм.), связанные с передним и задним полиспастами подвешивания траверсы. Разность диаметра барабанов позволяет приукладки опускать сначала задний конец звена для стыковки с ранее уложенным звеном через стыкующие устройства и направлять его передний конец по оси железнодорожного пути перед окончательной укладкой на балласт. Для продольного перемещения грузовых тележек служит тяговая лебедка, связанная с ними также через трособлочную передачу. При работе на железнодорожном пути с железобетонными шпалами применяются четырехкратная запасовка полиспастов, а при работе на железнодорожном пути с деревянными шпалами – двухкратная запасовка. Перемещения траверсы и звена ограничиваются концевыми выключающими устройствами, а максимальные усилия подъема – ограничителями грузоподъемности. Для обеспечения продольной устойчивости крана в стороне, противоположенной выдвинутой консоли, на платформе устанавливаются система противовесов общей массой 10,5 т.

Машинист с нижнего пульта управляет силовыми установками, передвижения укладочного крана и лебедки для перетягивания пакетов звеньев. Крановый оператор управляет грузовой и тяговой лебедки для вертикального и горизонтального перемещения траверсы и звена, а также для переворота нижнего звена пакета.

Разборка и укладка переворота марки 1/11, 1/9 и 1/6 на деревянных или железобетонных шпалах крупными блоками производится комплексами, которые состоят из головной машины – специализированного укладочного крана УК-25СП или УК-25/28СП и двух составов из платформ. Один состав предназначен для транспортировки новых блоков, а другой – старых блоков.

Укладочный кран УК-25СП состоит из экипажной части, которая унифицирована с экипажной частью укладочного крана УК-25/9-18. Крановое оборудование также аналогично. В отличие от крана УК-25/9-18 стрела закреплена на поворотных порталах симметрично относительно корпуса платформы, поэтому передняя и задняя консольные части стрелы одинаковы по длине.

Укладочный кран УК-25/28СП предназначен для укладки тяжелых (массой до 30 т. и длиной до 25 м.) блоков стрелочных переводов. Кран содержит моторную платформу, на раме которой расположены в отсеках два дизель электрических агрегата, две лебедки для перемещения по составу

блоков стрелочных переводов, роликовый транспортер с четырьмя ручьями для повышения маневренности при перестановке лыж, а также крановое оборудование. Рама опирается на типовые трехосные тележки с двумя крайними приводными колесными парами. Кран имеет тормозную систему и автосцепки, что позволяет включать его в состав хозяйственного или грузового поезда.

Краны УК-25СП и УК-25/28СП работают вместе со СПС для укладки стрелочных переводов крупными блоками.

## **Практическое занятие 12**

### **Изучение и анализ конструкции машин для балластировки пути**

**Цель:** систематизация и закрепление теоретических знаний устройства и принципа действия машин для балластировки и подъема пути, ознакомление с назначением и конструкцией машин для балластировки и подъема железнодорожного пути.

**Технические средства обучения:** автоматизированное рабочее место: персональный компьютер, подключенный к сети Internet, принтер, сканер.

### **Краткие теоретические сведения**

Машины этого класса выполняют работы по формированию балластной призмы после выгрузки балластного материала. Одновременно с этим они устанавливают путевую решетку в положение, являющееся исходным по проекту.

Основные работы по формированию балластной призмы, или балластировочные работы, сводятся к направлению балластного материала: в зону под шпалами поднимаемой путевой решетки, в шпальные ящики (промежутки между двумя соседними шпалами), в откосно-плечевые или междупутные зоны (на многопутных участках) с планированием поверхности балластной призмы, уборкой и перераспределением излишков балласта.

Одновременно с подъемкой путевой решетки для достижения требуемого положения производится ее сдвиг в плане и установка по уровню, т.е. возвышение одного рельса над другим (в кривых).

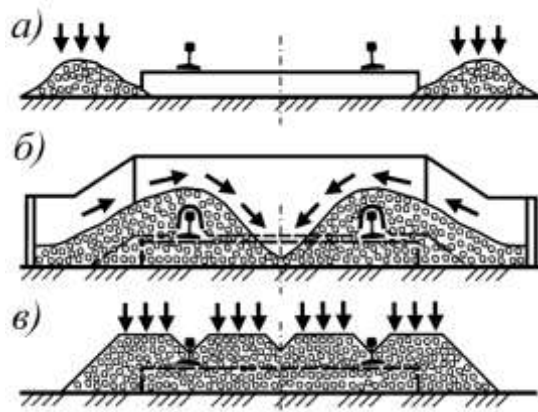


Рис. 1

Направление материала в балластную призму с одновременным его перераспределением, называется дозированием балласта. Рабочие органы машин, предназначенные для его выполнения, называются дозаторами. Технология дозирования балласта машинами, в основном, сводится к двум случаям. В первом случае балласт предварительно выгружается из подвижного состава (думпкары, платформы) на обочины пути (рис. 1, а), а затем направляется к оси пути на путевую решетку (рис. 1, б). Во втором случае балласт выгружается на путевую решетку сверху из хоппер-дозаторов, оснащенных специальными разгрузочно-дозирующими устройствами (рис. 5.1, в), т.е. разгрузка и дозирование совмещены.

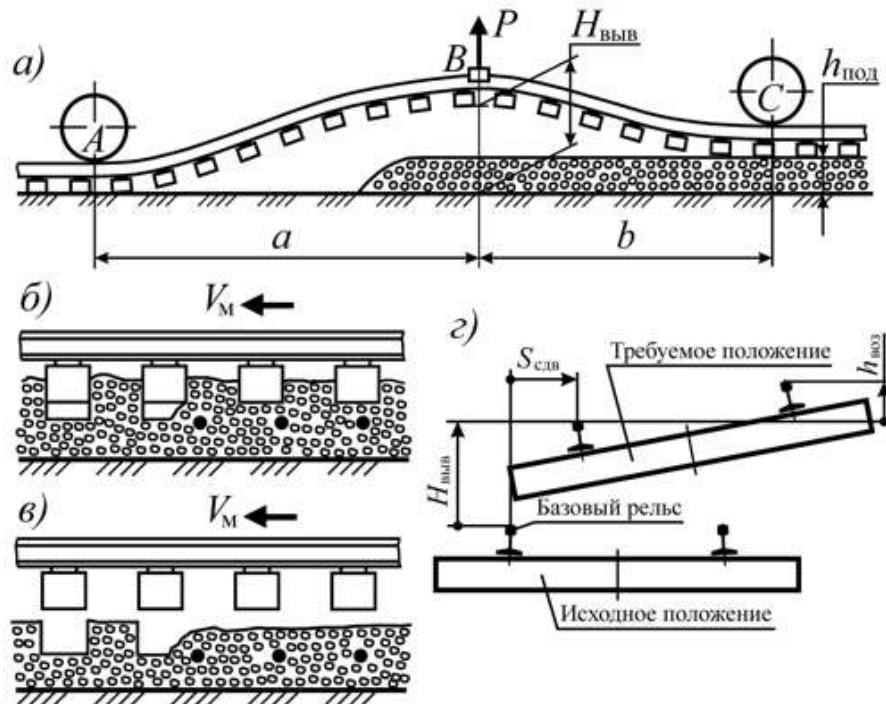


Рис 2

После дозирования балластного материала он подается под подошвы шпал. Для этого путевая решетка поднимается в рабочей зоне на необходимую высоту  $H$  выв. (рис. 2, а), после чего образовавшееся пространство заполняется материалом. На практике используются несколько способов такого заполнения. Балласт, находящийся выше подошв шпал, проваливается сквозь шпальные ящики под действием силы тяжести. Если он застревает в шпальных ящиках, то используются специальные рабочие органы – пробивщики. Под подошвами шпал балласт разравнивается натянутыми поперечно пути стержнями – струнками, или планировочными ножами плугового типа. Принудительную подачу балласта в зону под подошвами шпал осуществляют уплотнительными рабочими органами.

В зависимости от высоты вывешивания путевой решетки в рабочей зоне, различают: способ подведения балласта при «плавающих» шпалах (рис. 2, б), когда высота вывешивания относительно невелика, поэтому шпалы погружены в призму, и способ «свободных» шпал (рис. 2, в), когда они полностью приподнимаются над балластным основанием. Первый способ характерен для работ по выправке продольного профиля пути, а второй – для постановки пути на балластное основание.

Технологический процесс подъема пути состоит из вывешивания путевой решетки на необходимую высоту  $H$  выв. (см. рис. 2, а), сдвига  $S$  сдв. базового и возвышение  $h$  воз. (рис. 2, г) не базового рельса относительно первоначального уровня в сечении расположения подъемного рабочего органа, подведения балластного материала в образовавшееся пространство под подошвами шпал с одновременным планированием поверхности опирания шпал и опускания. В результате путевая решетка поднимается на новый уровень, расположенный выше первоначального на высоту технологической подъема  $h$  под.

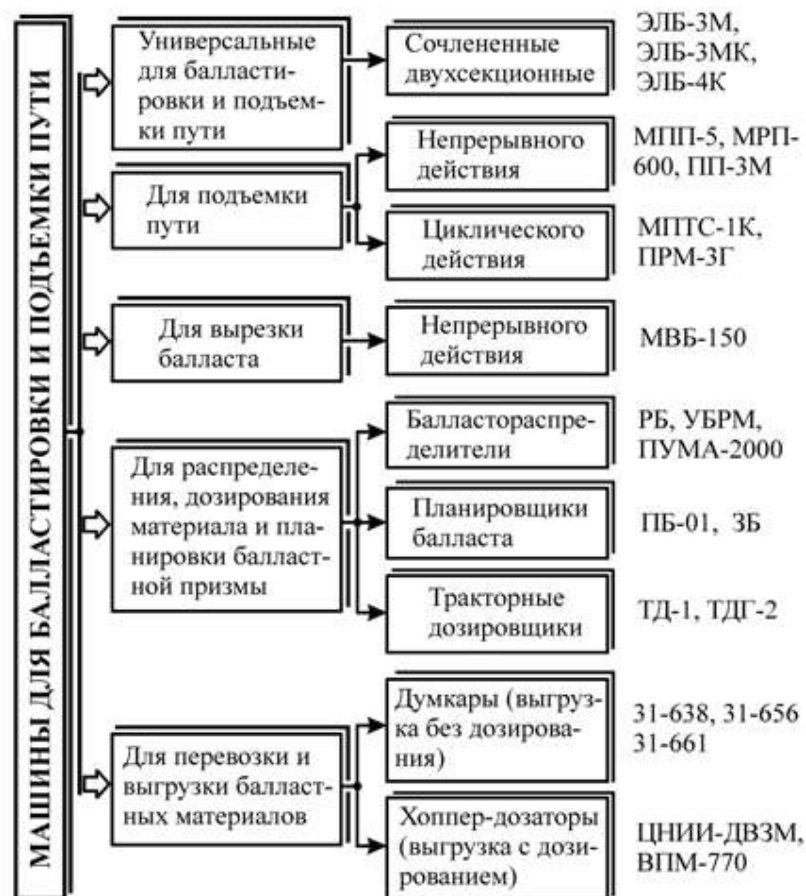


Рис 3

В соответствии с используемой технологией разработаны принципиальные конструктивные схемы машин (рис. 3), реализующие методы работы:

а) с полной опорой на рельсы с дозированием и вывешиванием путевой решетки на участке между двумя опорно-ходовыми устройствами: хоппер-дозаторы; электробалластеры (ЭЛБ-3М, ЭЛБ-3МК, ЭЛБ-4К); прицепные однопролетные путеподъемники (МПП-5, МРП-600 и др.);

б) с опорой на земляное полотно или лежащий балластный материал – путеподъемники циклического действия (МПТС-1К, ПРМ-3Г и др.).

Большинство путевых машин используют метод с опорой на балласт с двух сторон участка вывешивания, т.к. прижатие путевой решетки в двух точках стабилизирует ее положение во время работы с способствует более точной установке. Методы с частичной опорой на рельсы и с опорой на основание используются реже, т.к. в этом случае положение путевой решетки на участке вывешивания недостаточной фиксируется, поэтому она ложится на балласт менее точно.

## Практическое занятие 13

### Изучение и анализ конструкции выпровочно-подбивочных машин

**Цель:** систематизация и закрепление теоретических знаний устройства и принципа действия машин для выпровочно-подбивочных и отделочных работ, ознакомление с назначением и конструкцией машин .

**Технические средства обучения:** автоматизированное рабочее место: персональный компьютер, подключенный к сети Internet, принтер, сканер.

### Краткие теоретические сведения

В процессе эксплуатации железнодорожного пути на путевую решетку воздействуют поездные нагрузки, которые передаются на балластный слой и вызывают его обратимые (упругие) и необратимые (остаточные) деформации. С течением времени деформации накапливаются, как правило, неравномерно по протяжению пути (рис.1). Положение рельсошпальной решетки (РШР) изменяется сначала в пределах отступления I степени допусков, а затем и за пределами допусков (натурное положение), т.е. наблюдаются расстройства пути, вызывающие эксплуатационные ограничения (скорости движения поездов и др.). Для обеспечения плавного и безопасного движения поездов периодически требуется устанавливать путевую решетку в проектное положение (производить выправку) и одновременно фиксировать её уплотнением балластного слоя (производить подбивку). В путевом хозяйстве эти технологические операции выполняются машинами и механизмами для уплотнения и стабилизации балластной призмы, выправки и отделки пути.

## Классификация машин

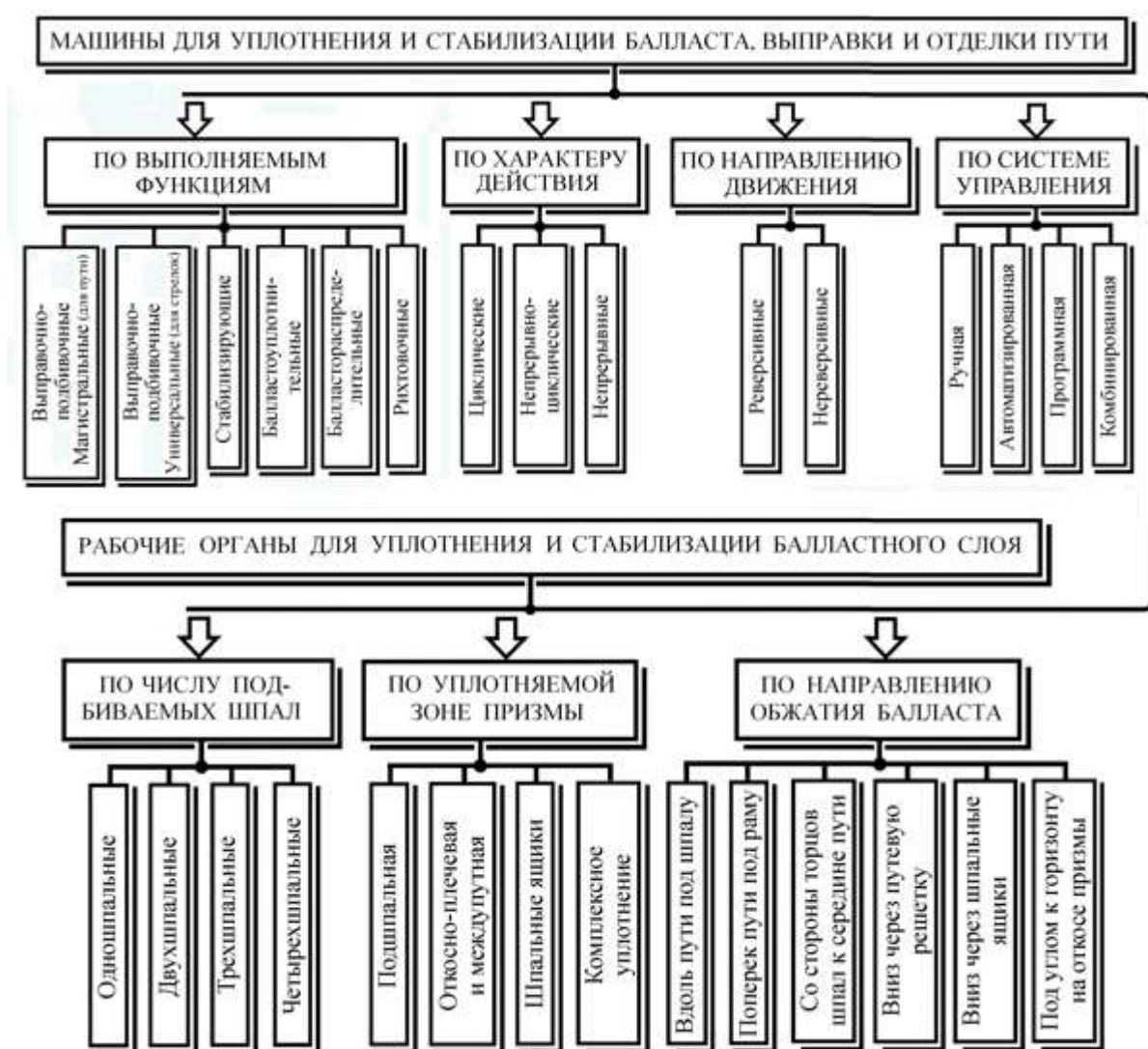


Рис. 1. Классификация машин и рабочих органов для уплотнения и стабилизации балласта, выправки и отделки пути

Путевые машины и механизмы для уплотнения балластного слоя, выправки пути и отделки балластной призмы классифицируют по периодичности действия, выполняемой рабочей функции, числу одновременно подбиваемых шпал, и др. (рис. 10.2). Для механизации выправочно-подбивочных и отделочных работ применяются выправочно-подбивочно-рихтовочные машины:

- циклического действия:
- магистральные типа ВПР (ВПР-02М и др.) и
- универсальные (для стрелочных переводов и пути) типа ВПРС (ВПРС-02, ВПРС-03, ВПРС-05, ВПР-04, Unimat и др.);

- непрерывно-циклического действия (ПМА-1, ПМА-С, «Duomatic 09-32 CSM», «DynamicStophexpress 09-3X» и др);
- непрерывного действия типа ВПО (ВПО-3-3000, ВПО-3-3000С).

Работы по уплотнению балласта в шпальных ящиках и на откосах производятся машинами типа БУМ (БУМ-1М). Окончательное стабилизирующее уплотнение балластного слоя производится динамическими стабилизаторами пути (ДСП-С, МДС). Применяются также специализированные машины для рихтовки пути типа ПРБ непрерывного действия системы В.Х.Балашенко, машины Р-2000 и Р-02, работающие в непрерывном и циклическом режимах. В транспортном строительстве нашли применение выправочно-подбивочно-рихтовочные машины (ВППМ) на базе трактора.

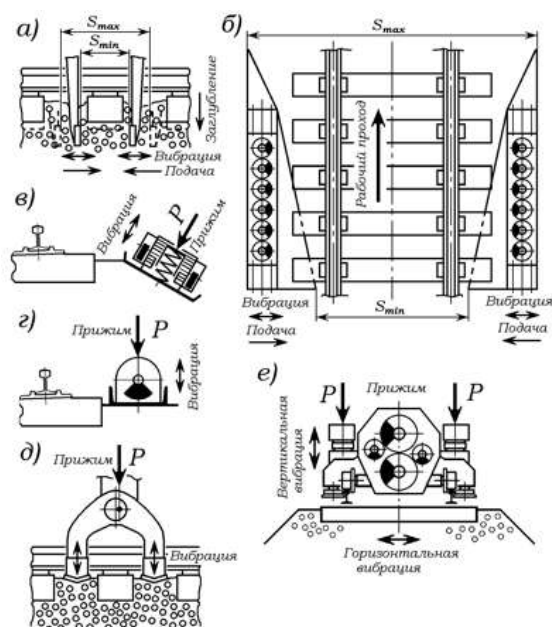


Рис. 2. Рабочие органы для уплотнения и стабилизации балластного слоя

Машинами производится уплотнение балласта, находящегося в обрабатываемой зоне призмы, способами его силового обжатия с подачей или без подачи дополнительных порций материала из других зон. Большинство механизмов рабочих органов выправочно-подбивочных и уплотнительных машин используют способ, сочетающий вибрирование в горизонтальном, вертикальном или ином направлении с принудительной силовой подачей – виброобжатие. Уплотнение слоя в подшпальной зоне (рис.2) осуществляется выправочно-подбивочными машинами за счет его горизонтального виброобжатия со стороны продольных кромок шпал лопатками подбоек для машин циклического и непрерывно-циклического



действия (рис. 2, а) и со стороны торцов шпал виброплитами с наклонными в плане уплотнительными клиньями для машин непрерывного действия (рис. 2, б). В первом случае последовательно выполняются операции заглабления подбоек, обжатия балласта при сведении к шпале их лопаток, раскрытия подбоек, подъема над УВГР и перемещения для обработки следующей шпалы или группы шпал. Во втором случае при непрерывном движении машины балласт в подшпальную зону принудительно подается клином, уплотнительная поверхность которого расположена под углом атаки к направлению движения. Уплотнение балласта в откосно-плечевой или междупутной зонах производится виброплитами, прижимаемыми с нагрузкой. Виброплита в этом случае устанавливается на откос (рис. 2, в) или на плечо (рис. 2, г). Уплотнение балласта в шпальных ящиках при виброобжимном воздействии реализуется через штампы (рис. 2, д). Динамический стабилизатор пути уплотняющее воздействие на подшпальную зону балластного слоя производит через путевую решетку. Она прижимается вертикальной нагрузкой  $P$ , с одновременным вибрированием в горизонтальном и вертикальном направлениях (рис. 2, е).

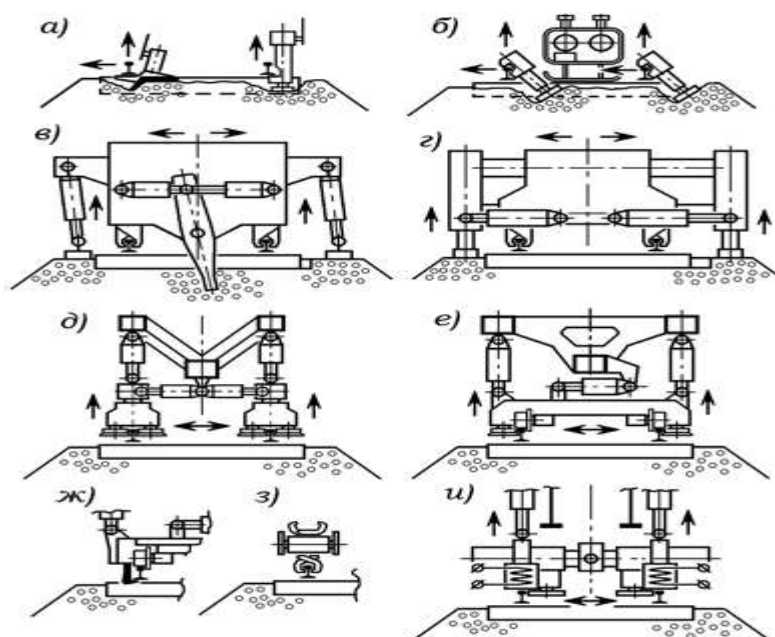


Рис. 3. Рабочие органы для выправки рельсошпальной решетки

Выправка машинами рельсошпальной решетки в продольном профиле, плане и по уровню (см. рис. 1) производится рабочими органами – подъемно-рихтующими устройствами (ПРУ), различными по конструктивному исполнению и принципу действия (рис. 3). Для устранения местных неровностей РШР используются гидравлические путевые домкраты и рихтовочные приборы (рис. 3, а) или моторные гидравлические рихтовщики

(рис. 3, б). Подъем путевой решетки путеподемниками циклического действия производится с опорой на балласт, а сдвиг ее – с использованием анкерных устройств (рис. 3, в) или перемещением в горизонтальной плоскости (рис. 3, г). Машины циклического действия – магистральные типа ВПР (рис. 3, д) и универсальные типа ВПРС (рис. 3, е) имеют ПРУ с роликовыми захватными устройствами, а машины ВПРС – дополнительно оборудуются крюковыми захватами (рис. 3, ж). Подъемно-рихтовочные устройства машин непрерывного действия оснащаются гусеничными клещевыми захватами (рис. 3, з) для машин типа ВПРМ, либо электромагнитно-роликовыми захватными устройствами (рис. 3, и) для машин типа ВПО. Универсальные выправочно-подбивочно-рихтовочные и отделочные машины, как правило, оборудуются трехкоординатными выправочными устройствами и уплотнительными рабочими органами, так как процессы выправки и подбивки пути сопряжены по зоне и времени их выполнения.

Дополнительными рабочими органами для уплотнения балласта и выправочными системами оснащаются и другие путевые машины (электробалластеры, щебнеочистительные машины, комплекты сменного оборудования на базе тракторов и др.).

## **Практическое занятие 14**

### **Изучение и анализ конструкции выправочно-подбивочно-рихтовочных машин**

**Цель:** систематизация и закрепление теоретических знаний; формирование практических умений и навыков выполнения расчетов по заданным параметрам, расчетов основных элементов механизма поворота стрелового крана.

**Средства обучения:** автоматизированное рабочее место: персональный компьютер, подключенный к сети Internet, принтер, сканер.

### **Краткие теоретические сведения**

Классификация систем выправки

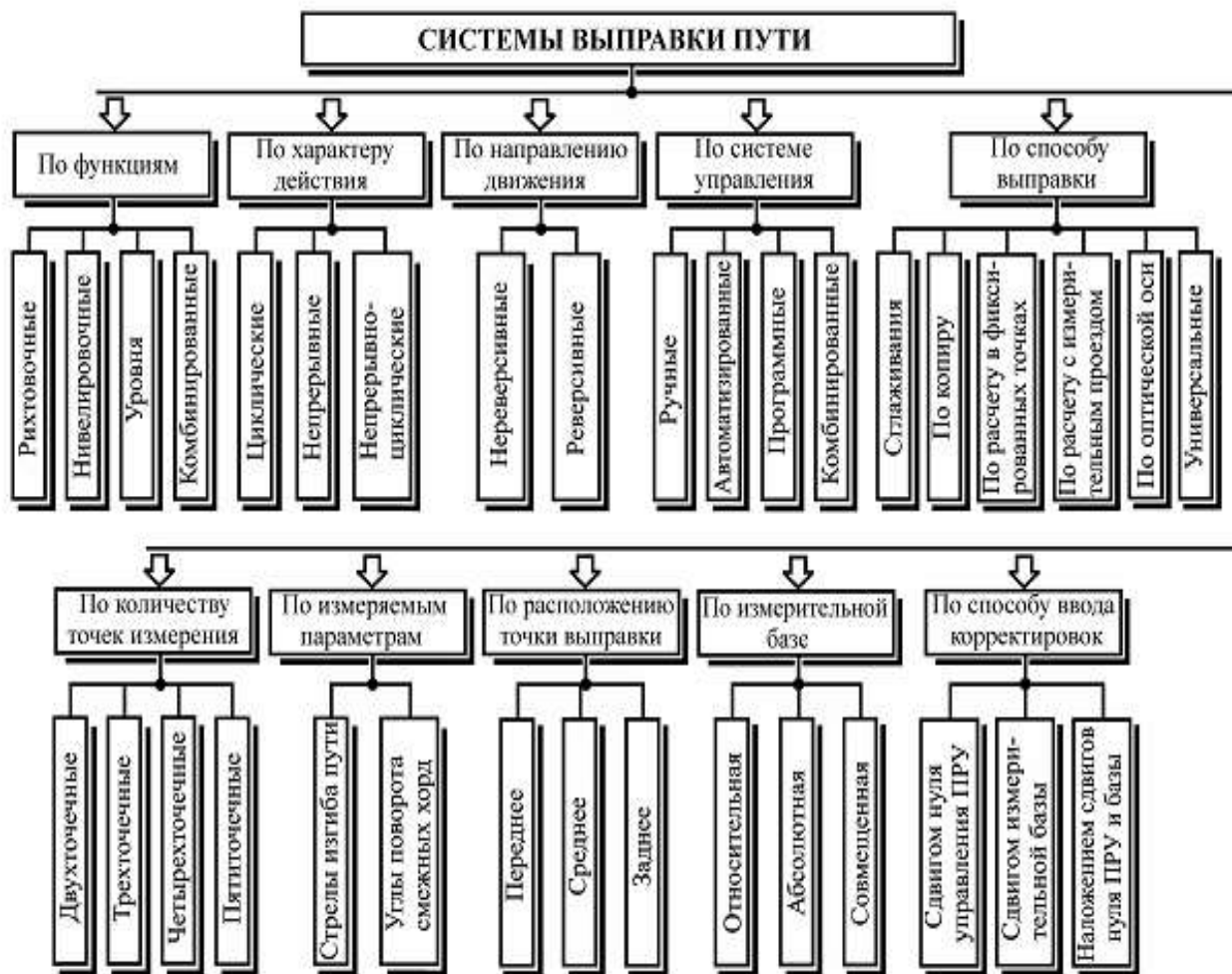


Рис. 14.1 Классификация систем выправки железнодорожного пути

К настоящему времени известно несколько десятков систем выправки, отличающихся друг от друга по степени автоматизации операций управления и контроля. Они устанавливаются на разные по технологическому назначению и конструкции машины и отличаются большим разнообразием. На рис. 10.15 показано дерево классификации машин и систем для выправки пути. На среднем уровне в нем отражаются классификационные признаки для разделения совокупности систем выправки на классы.

Структура и конструктивное исполнение системы выправки определяется в основном технологией производства работ и конструктивным устройством путевой машины, на которой она устанавливается. Например, выправочно-подбивочная машина всегда оснащается комбинированной выправочной системой, называемой также трехкоординатной системой. Она включает в себя рихтовочную и нивелировочную рабочие КИС, а также вспомогательную контрольную систему

Характер действия системы выправки связан с характером действия базовой машины: выправка производится либо при остановках машины, либо при ее непрерывном движении. Выправочная система, установленная на машине непрерывно-циклического действия со спутником, движущимся циклично, имеет измерительные устройства, часть которых движется непрерывно вместе с базовой машиной, а часть – циклично вместе с сателлитом (машина Plasser Duomatic 09-32 CSM).

В большинстве случаев, выправочные КИС в полнофункциональном рабочем режиме могут работать только в одном направлении. Однако известны рихтовочные системы, устанавливаемые на электробалластерах, которые могут работать, в зависимости от режима, в любом направлении. Зачастую измерительный проезд машиной может производиться при движении в направлении, обратном рабочему направлению. Это позволяет возвращаться в начальную точку и сразу начинать выправку, экономя время «окна».

При ручной системе управления РШР ставится в заданное положение визуально или по командам. Применение автоматизированных систем управления позволяет отслеживать в автоматическом режиме основные установочные значения параметров выправки. Выправочно-подбивочные машины также оснащаются аналоговыми системами управления и цифровыми системами на базе бортового компьютера. В этом случае сложный алгоритм корректировочного управления выправкой рассчитывается и реализуется по программам, разработанным отечественными и зарубежными фирмами.

Системы выправки могут иметь относительную базу, перемещаемую вместе с машиной, абсолютную базу с привязкой к точкам на местности и совмещенную базу с элементами относительной и абсолютной баз. Характер измерительной базы определяет способ выправки, количество точек измерения, их расположение, включая точку выправки, измеряемые параметры и способы ввода корректировок.

Структура построения систем выправки, конструкция их элементов, теоретический анализ рабочих свойств и алгоритмов функционирования, технологии, применяемые при выправке, вопросы управления системами являются основными задачами данной работы.

## Практическое занятие 15

### Тяговый расчёт барового выгребного устройства щебнеочистительной машины

**Цель:** систематизация и закрепление теоретических знаний устройства и принципа действия щебнеочистительной машины. Формирование практических умений и навыков выполнения по заданным параметрам тяговый расчёт. Ознакомление с назначением и конструкцией щебнеочистительной машины.

**Оборудование:** автоматизированное рабочее место: персональный компьютер, подключенный к сети Internet, принтер, сканер.

#### Краткие теоретические сведения

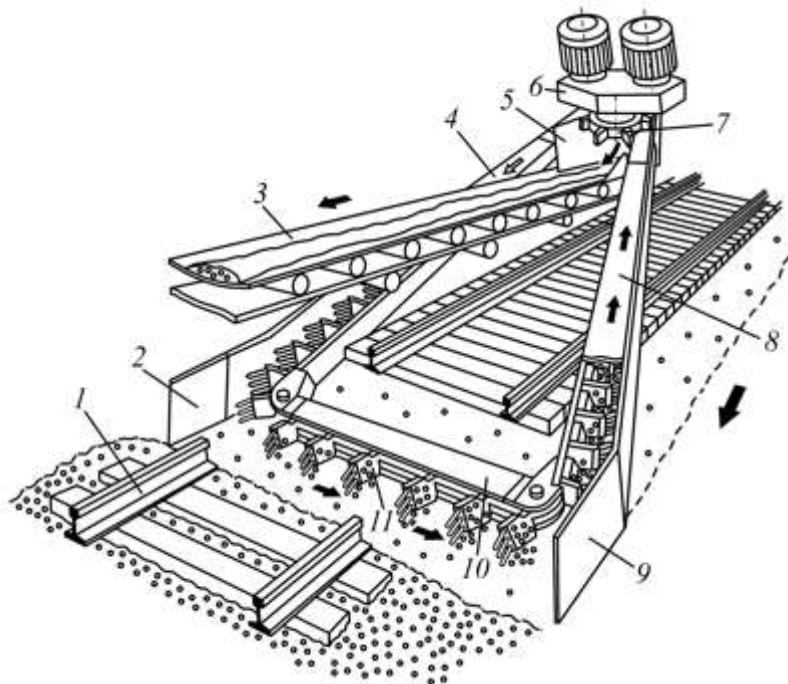


Рис. 15.1 Цепной скребковый рабочий орган:

- 1 – путь; 2 и 9 – подгребающие крылья; 3 – конвейер передачи вырезанного материала; 4 и 8 – холостой и рабочий желоба;  
5 – разгрузочный лоток; 6 – привод цепи; 7 – ведущая звездочка; 10 – подпутьная направляющая балка; 11 – выгребная скребковая цепь

Машины для глубокой очистки щебеночного балласта оснащаются отдельным рабочим органом для выгреба и подачи балласта на транспортирующую систему. Рабочий орган щебнеочистительной машины содержит замкнутую выгребную цепь, которая имеет холостой участок, расположенный в желобе, участок вырезания балласта, расположенный в подпутьной балке, и рабочий участок подъема балласта, расположенный в рабочем желобе. С целью безопасности и минимального пыления желоба закрыты. Выгребная цепь имеет скребки со стержнями (барами), поэтому,

иногда такой рабочий орган называют баровым. Выгребная цепь приводится в движение приводом через ведущую звездочку. Для привода используются электродвигатели или гидромоторы. При работе машина перемещается поступательно в направлении стрелки, вызывая подачу скребковой цепи на участке вырезания балласта (в забое). Движущаяся цепь подрезает балласт и направляет его по желобу к месту разгрузки – разгрузочному лотку, с которого он попадает на конвейер и направляется к грохоту. Рабочий орган позволяет производить вырезку балласта на глубину до 1 м ниже УВГР (до нижней линии габарита приближения строений).

### Исходные данные:

Поступательная скорость перемещения

щелочестойкой машины .....	$V_M =$	м/с
Скорость тяговой цепи скребкового		
рабочего органа.....	$V_2 =$	м/с
Шаг скребков.....	$\Delta S =$	м
Ширина вырезки щебня.....	$B_p =$	м
Площадь поперечного сечения вырезаемого щебня.....	$F_{cp} =$	м <sup>2</sup>
Общая длина скребковой цепи.....	$L_{ц} =$	
Общее количество скребков на цепи.....	$n_c =$	
Площадь скребка.....	$G_{ц} =$	кН
Коэффициент полезного действия		
цепного скребкового рабочего органа.....	$\eta_{ск} =$	
Коэффициент запаса мощности двигателя.....	$K_{ск} =$	
Расчетное удельное сопротивление		
балласта резанию.....	$K_{01} =$	кН/м <sup>2</sup>
Коэффициент, учитывающий угол резания		
для углов резания скребков.....	$K_{\beta} =$	
Коэффициент разрыхления загрязненного щебня.....	$K_p =$	
Коэффициент, учитывающий разрыхление		
шпальных ящиков.....	$K_{1,1} =$	
Коэффициент заполнения межскребкового		
пространства.....	$K_4 =$	

### Методика расчёта

1. Определяем перерабатывающую способность цепного скребкового рабочего органа м<sup>3</sup>/с, ограниченную допустимой скоростью  $V_2$  тяговой цепи

$$Q_{ск} = F_{ск} \cdot K_4 \cdot V_2$$

2. Мощность  $N_{ск}$  двигателя цепного скребкового рабочего органа должна обеспечивать преодоление всех сопротивлений, возникающих при

вырезке и транспортировании загрязненного щебня, и определяется суммой

$$N_{\text{ск}} = K_{\text{ск}}/\eta_{\text{ск}}[N_{1,1} + N_{1,2} + N_{1,3} + N_{1,4} + N_{1,5} + N_{1,6} + N_{1,7}] = \\ = K_{\text{ск}}/\eta_{\text{ск}}[(P_{1,1} + P_{1,2} + P_{1,3} + P_{1,4} + P_{1,5})V_2 + N_{1,6} + N_{1,7}],$$

где  $N_{1,1}, N_{1,2}, N_{1,3}, N_{1,4}, N_{1,5}$ - мощности, затрачиваемые на преодоление сил сопротивления резанию  $P_{1,1}$ , сил трения балласта о балласт в зоне вырезки  $P_{1,2}$ , сил трения скребков о балласт в зоне вырезки  $P_{1,3}$ , сил сопротивления движению вырезанного щебня по поверхности желоба  $P_{1,4}$ , сил трения тяговой цепи со скребками о поверхность желобов  $P_{1,5}$ , соответственно, кВт;

$N_{1,6}$ - мощность, затрачиваемая на подъём щебня от места вырезки к месту разгрузки, кВт;

$N_{1,7}$ - мощность, затрачиваемая на разгон щебня от нулевой скорости до скорости  $V_2$  тяговой цепи, кВт;

$\eta_{\text{ск}} = 0,9$  – коэффициент полезного действия цепного скребкового рабочего органа;

$K_{\text{ск}} = 1,15 - 1,2$  - коэффициент запаса мощности двигателя;

$P_{1,1} - P_{1,5}$ - сопротивление, возникающие при движении цепного скребкового рабочего органа, кН.

3. Сила  $P_{1,1}$  сопротивление балласта резанию зависит от его физико-механических характеристик, конструкции, режима работы цепного скребкового рабочего органа и с достаточной точностью может быть определена по формуле

$$P_{1,1} = K_{01} \cdot K_{\beta} \frac{Q_{\text{тр}}}{V_2 K_p} K_{1,1} =$$

где  $Q_{\text{тр}} = 0,25 \text{ м}^3/\text{с}$ - производительность щебнеочистительной машины по разрыхленному щебню.

4. Определяем производительность щебнеочистительной машины по разрыхленному щебню.

$$Q_{\text{тр}} = F_{\text{ср}} V_{\text{м}} K_p =$$

Определяем максимальное количество скребков, находящихся в резании одновременно

$$i_{\text{max}} = \frac{B_p}{\Delta S} = \frac{B_p n_{\text{ск}}}{L_{\text{ц}}} =$$

Силу  $P_{1,2}$  трения балласта о балласт в зоне его вырезки определяют с учетом веса вырезанного балласта по формуле

$$P_{1,2} \approx 0,5 \gamma_1 B_p \frac{Q_{\text{тр}} f_2}{V_2} =$$

где  $\gamma_1 = 16 \text{ кН/м}^2$  - удельный вес разрыхленного вырезанного балласта;  
 $f_2 \approx 0,8 - 0,85$  - коэффициент трения балласта по балласту.

Сила  $P_{1,3}$  трения скребков о балласт в зоне вырезки зависит от веса скребковой цепи и определяется по формуле

$$P_{1,3} = f_1 G_{\text{ц}} \frac{V_p}{L_{\text{ц}}} =$$

где  $f_1 \approx 0,4 - 0,45$  - коэффициент трения стали по балласту.

Силу  $P_{1,4}$  сопротивления балласта перемещению скребковой цепью по поверхности загруженного желоба определяют по формуле

$$P_{1,4} = \gamma_1 F_{\text{ск}} K_4 L_{\text{ж}} (\sin \alpha_{\text{ж}} + f_1 \cos \alpha_{\text{ж}}) =$$

где  $L_{\text{ж}} = 10$  - длина рабочего желоба;

$\alpha_{\text{ж}} = 35$  - угол наклона желоба в рабочем режиме, град;

$f_1 = 0,15 - 0,2$  - коэффициент трения стали по стали при стальном абразиве.

Силу  $P_{1,5}$  трения скребковой цепи о поверхность обоих желобов при их равной длине определяют по формуле

$$P_{1,5} \approx 2 f_1 G_{\text{ц}} \frac{L_{\text{ц}}'}{L_{\text{ц}}} \cos \alpha_{\text{ж}} =$$

При неодинаковой длине желобов силу  $P_{1,5}$  определяют как сумму сил для каждого желоба.

Мощность  $N_{1,6}$ , затрачиваемая на подъем вырезанного щебня, определяемая по формуле

$$N_{1,6} = \gamma Q m \frac{V_2}{g} =$$

Мощность  $N_{1,7}$  затрачиваемую на разгон, определяют по формуле

$$N_{1,7} = \gamma Q m \cdot H_{\text{ж}} =$$

где  $H_{\text{ж}} = 5$  - высота подъема вырезанного щебня по желобу к месту разгрузки.

Мощность  $N_{\text{ск}}$  двигателя цепного скребкового рабочего органа определим по формуле

$$\begin{aligned} N_{\text{ск}} &= K_{\text{ск}} / \eta_{\text{ск}} [N_{1,1} + N_{1,2} + N_{1,3} + N_{1,4} + N_{1,5} + N_{1,6} + N_{1,7}] = \\ &= K_{\text{ск}} / \eta_{\text{ск}} [(P_{1,1} + P_{1,2} + P_{1,3} + P_{1,4} + P_{1,5}) V_2 + N_{1,6} + N_{1,7}] \\ &= 1,33(29,5 + 2,88 + 1,9 + 5,4 + 3,08) \cdot 2,45 + 22,45 = 169,19 \text{ кВт}. \end{aligned}$$

В качестве привода с учетом компоновки выгребного устройства принимаем два электродвигателя

$$N_{\text{эв}} = \frac{n_g}{n \cdot \text{кС}} =$$

где  $\text{кС} =$  - коэффициент синхронности работы двигателей.

Принимаем электрический двигатель мощностью \_\_\_\_\_ кВт с числом оборотов  $n_g =$  \_\_\_\_\_ об/мин.



## Практическое занятие 16

### Изучение и анализ конструкции щебнеочистительных машин

**Цель:** систематизация и закрепление теоретических знаний устройства и принципа действия щебнеочистительной машины. Ознакомление с назначением и конструкцией щебнеочистительной машины.

**Оборудование:** автоматизированное рабочее место: персональный компьютер, подключенный к сети Internet, принтер, сканер.

### Краткие теоретические сведения

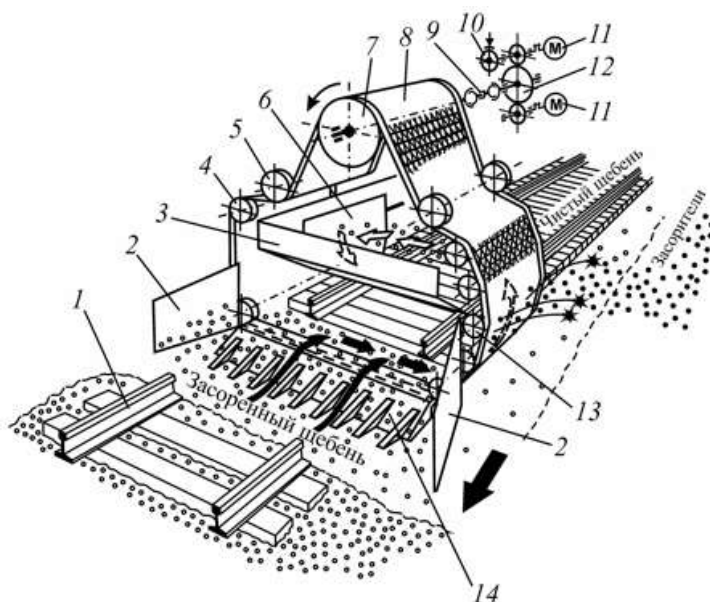
По технологической структуре процесса очистки щебня или замены балласта машина или комплекс содержит основное рабочее оборудование для выгребания и подачи балласта на распределительно-транспортную систему, для разделения фракций засорителей и чистого щебня путем просеивания (грохот), систему распределения, транспортирования и раздельной выгрузки щебня и засорителей (в путь, в подвижной состав или на обочину пути). Кроме того, на машинах и комплексах устанавливается вспомогательное рабочее оборудование: ПРУ, виброплиты для уплотнения нижних слоев балластной призмы, дробилки для увеличения относительной площади поверхностей откола частиц щебня и др. Таким образом, щебнеочистительная машина или комплекс это сложная технологическая система, своеобразный «горно-обогащительный завод» на железнодорожном ходу.

По конструкции рабочих органов и схемам движения загрязненного и чистого щебня, а также засорителей машины и комплексы делятся на: высокопроизводительные машины с малой глубиной очистки, имеющие совмещенный центробежный рабочий орган для выгребания и очистки щебеночного балласта (ЩОМ-Д, ЩОМ-4, ЩОМ-4М, ЩОМ-ДО, БМС и др.); машины для очистки и замены балласта у торцов шпал, имеющие торцевые роторные выгребные устройства и центробежные или плоские вибрационные грохоты (УМ-М, УМ-С, ЩОМ-6Р, МВБ-150 и др.); машины и комплексы для глубокой очистки (замены) щебня (RM-80 UHR, СЧ-601, СЧ-700, СЧУ-800М, ЩОМ-6БМ, ЩОМ-6У, СЧ-1200, ЩОМ-1200, ЩОМ-1200ПУ и др.).

По назначению они подразделяются на машины для работы на перегонах, на стрелочных переводах, универсальные машины для работы на перегонах и стрелочных переводах; по основным выполняемым операциям – на машины для очистки щебня, для очистки и вырезки балласта, для вырезки (замены

балласта); по конструктивному исполнению, в частности способу вырезки балласта – на машины с пассивными подрезными ножами и подгребными крыльями, с активными вырезающими органами (цепными скребковыми, роторными, баровыми) и пассивными подгребающими крыльями, с комбинированными рабочими органами; по способу очистки щебня – на машины с центробежными очистительными устройствами и машины с плоскими вибрационными грохотами; по способу транспортирования – на машины прицепные и машины самоходные; по типу ходовой части и тяговых единиц – на машины с железнодорожным ходом и локомотивом или тягово-энергетическим модулем и машины на комбинированном ходу с тракторной тягой; по способу удаления засорителя – на машины с рассеиванием засорителя в сторону от оси пути и машины с направленным переносом засорителя в специализированный подвижной состав (для последующего его вывоза) или выгрузки к основанию насыпи, или за пределы водоотводов в неглубоких выемках; по способу работы с путевой решеткой – на машины, работающие с подъемом РШР, машины, работающие без ее подъема, и машины, работающие при снятой РШР.

Центробежные щебнеочистительные рабочие органы системы А.М. Драгавцева применяются на отечественных щебнеочистительных машинах ЩОМ-4 и ЩОМ-4М, использование которых сокращается. Такие рабочие органы компактны, одновременно выполняют функции выгребного и очистного устройства, обладают высокой производительностью при удовлетворительном качестве очистки. Однако они имеют низкий уровень надежности, высокую энергоемкость и производят выброс засорителей на плечо балластной призмы и откосы земляного полотна, что приводит к появлению шлейфов и засорению водоотводов.

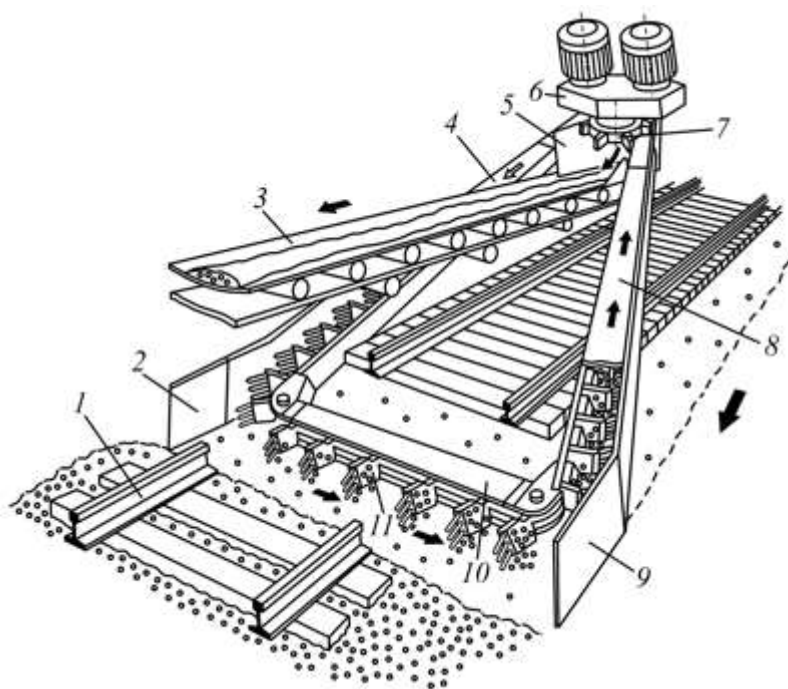


- 1 – путь; 2 – подгребающие крылья; 3 – бункер; 4, 5 и 7 – отклоняющие, натяжные и ведущие звездочки; 6 – заслонка; 8 – гибкая сетчатая лента; 9 – карданный вал; 10 – тормоз; 11 – приводные электродвигатели; 12 – редуктор; 13 – роликовые батареи; 14 – подрезной нож

Рис. 16.1. Схема центробежного выгребного и очистительного устройства

Центробежный щебнеочистительный рабочий орган (рис. 7.4) представляет собой замкнутую сетчатую ленту 8, установленную в контуре, состоящем из роликовой батареи 13, отклоняющих 4 и натяжных 5 звездочек, контактирующих с двумя тяговыми цепями ленты. Привод ленты осуществляется через ведущий вал, на котором установлены две ведущие звездочки 7. Ведущий вал через карданный вал 9 связан с редуктором 12, имеющим два входных вала с присоединенными через муфты электродвигателями постоянного тока 11. На одном из валов редуктора установлен тормоз 10. На горизонтальном участке гибкая сетчатая лента 8 проходит пассивный подрезной нож 14 с направляющими для тяговых цепей. В нижней части ножа имеется сплошной лист, предотвращающий падение щебня и засорителей на балластное основание. При непрерывном движении машины по пути 1 в направлении стрелки путевой щебень захватывается подгребными крыльями 2 и через подрезной нож 14 попадает на горизонтальный участок гибкой сетчатой лены 8, разгоняется вместе с движением ленты и попадает на криволинейный участок, образуемый двумя роликовыми батареями. При разгоне слои щебня перемещаются друг относительно друга, мелкие фракции и засорители проникают к сетке и выбрасываются под действием центробежных сил в сторону на криволинейном участке. Чистый щебень поднимается по ленте и отлетает в

конце криволинейного участка по касательной до удара в заслонку 6. После этого щебень падает на наклонную часть бункера 3. С наклонной части бункера часть щебня падает на пФуть за подрезным ножом, а часть щебня отбирается пластинчатым конвейером для выгрузки в путь перед задней тележкой. Щебень, выгруженный на путь сразу за подрезным ножом, разравнивается планировщиком. Отлетевшие в сторону засорители образуют шлейф около пути.



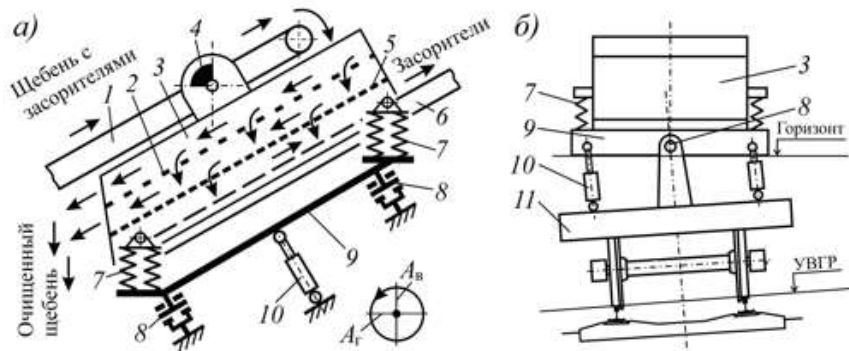
1 – путь; 2 и 9 – подгребающие крылья; 3 – конвейер передачи вырезанного материала; 4 и 8 – холостой и рабочий желоба; 5 – разгрузочный лоток; 6 – привод цепи; 7 – ведущая звездочка; 10 – подпутная направляющая балка; 11 – выгребная скребковая цепь

Рис. 16.2. Цепной скребковый рабочий орган

Машины для глубокой очистки щебеночного балласта оснащаются отдельным рабочим органом для выгребания и подачи балласта на транспортирующую систему (рис. 7.5). Рабочий орган содержит замкнутую выгребную цепь 11, которая имеет холостой участок, расположенный в желобе 4, участок вырезания балласта, расположенный в подпутной балке 10, и рабочий участок подъема балласта, расположенный в рабочем желобе 8. С целью безопасности и минимального пыления желоба закрыты. Выгребная цепь 11 имеет лопатки со стержнями (барами –bar – стержень (англ.)), поэтому иногда такой рабочий орган называют баровым). Выгребная цепь приводится в движение приводом 6 через ведущую звездочку 7. Для привода используются электродвигатели или гидромоторы. При работе машина

перемещается поступательно в направлении стрелки, вызывая подачу скребковой цепи 11 на участке вырезания балласта (в забое). Движущаяся цепь подрезает балласт и направляет его по желобу 7 к месту разгрузки – разгрузочному лотку 5, с которого он попадает на конвейер 3 и направляется к грохоту. Рабочий орган позволяет производить вырезку балласта на глубину до 1 м ниже УВГР (до нижней линии габарита приближения строений).

В современных щебнеочистительных машинах в основном применяются двух- или трехъярусные (по количеству сит) наклонные вибрационные грохоты с прямолинейными, или близкими к круговым, траекториями колебаний.



1 и 6 – конвейеры подачи вырезанного материала и отвода засорителей; 2 и 5 – верхнее и нижнее сита; 3 – короб; 4 – дебалансный вибратор с приводом; 7 – пружинные комплекты; 8 – шарнирные опоры; 9 – основание; 10 – гидроцилиндры стабилизации горизонтального положения грохота; 11 – рама машины

Рис. 16.3. Схема вибрационного наклонного грохота

Наклонный вибрационный грохот (рис. 7.6) состоит из короба 3, внутри которого закреплены верхнее 2 и нижнее 5 сита. Верхнее сито имеет крупные ячейки, а нижнее сито – ячейки, размеры которых соответствуют просеиванию засорителей. Короб в верхней части имеет дебалансный вибратор 4 с приводом от электродвигателя или гидромотора, а в нижней части установлен на основании 9 через пружинные комплекты 7, служащие как упругие связи в колебательной системе грохота. При работе щебень с засорителями поступает на верхнее сито грохота с конвейера 1, после чего просеивается с разделением на фракции и засорители. Очищенный щебень поступает обратно в путь, а засорители перемещаются конвейером 6,

входящим в состав системы выгрузки. При применении вибратора с круговой вынуждающей силой короб колеблется по траектории, близкой к круговой, так как пружинные комплекты 7 обладают горизонтальной и вертикальной жесткостью. При наклоне корпуса машины, например, в кривой, грохот должен сохранять горизонтальное положение. В противном случае наблюдается сползание вибрирующего материала в сторону, что приводит к снижению эффективности просеивания. Поэтому машина оснащается автоматизированной системой поддержания горизонтального уровня основания 9. Основание устанавливается на раме 11 машины через шарнирные опорные узлы 8 и соединено с ней также гидроцилиндрами 10, через которые отслеживается горизонтальное положение основания и короба грохота.

## **Практическое занятие 17**

### **Тяговый расчет среднего элеватора землеуборочной машины «Балашенко»**

**Цель:** систематизация и закрепление теоретических знаний устройства и принципа действия землеуборочной машины. Ознакомление с назначением и конструкцией землеуборочной машины.

**Оборудование:** автоматизированное рабочее место: персональный компьютер, подключенный к сети Internet, принтер, сканер.

### **Краткие теоретические сведения**

Путевая уборочная машина системы инж. В. Х. Балашенко предназначена для уборки загрязненного балласта, засорителей, сколки льда, уборки снега и погрузки материала в полувагоны снегоземлеуборочного поезда. Машина применяется главным образом для углубления междупутий. Углубление междупутий — одна из важнейших операций в технологическом процессе работ по текущему содержанию железнодорожных путей на станциях, поэтому путевая уборочная машина (ЗУБ) находит применение наряду с широко распространенными снегоуборочными поездами с головной машиной СМ-2, у которых нет специальных рабочих органов для выполнения этих операций. На сети железных дорог работает несколько модернизированных путевых уборочных машин, оснащенных щеточными питателями и по своей характеристике приближающихся к машинам СМ-2.

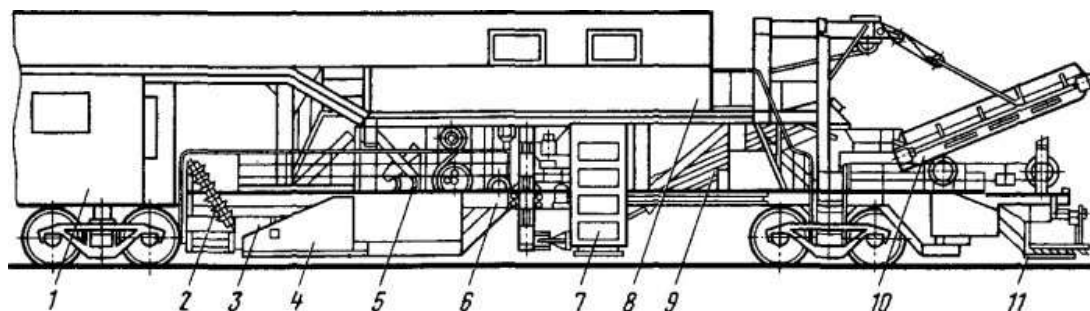


Рис 17.1 Путьевая уборочная машина

1—дизельное помещение с электростанцией, 2—дисковые рыхлители, 3—плуг, 4—боковое крыло собирающего устройства, 5, 7—элеваторы—средний, боковой, 6—рама, 8—кабина управления, 9, 10—конвейеры—средний, поворотный, 11—скалывающее устройство

Описание конструкции. Машина (рис. 104) состоит из ходовой рамы 6, на которой смонтированы устройства — скалывающее 11 к собирающее 4, элеваторы — средний 5 и боковые 7, дисковые рыхлители 2, средний конвейер 9, плуг 3, кабина управления 8 и дизельное помещение с электростанцией 1. Машина оснащена системами пневматического и электрического оборудования. Ходовая рама — сварная конструкция, опирается на две двухосные ходовые тележки. По торцам рама оснащена автосцепками.

Скалывающее устройство предназначено для скалывания льда, уплотненного снега, рыхления засорителей в середине колеи; расположено сзади машины. Устройство состоит из подъемного двухотвального щита 1 со скалывающими зубьями. Щит перемещается пневматическим цилиндром 4 (установлен горизонтально) по вертикальным направляющим 2, прикрепленным к основанию, приваренному к нижней части ходовой рамы 3 машины. Подъем щита выполняется через систему рычагов 5.

Собирающее устройство предназначено для очистки снега с междупутья с подачей его в середину колеи к среднему элеватору или отбрасыванием в сторону при развороте крыла на  $130^\circ$ . Собирающее устройство (рис. 107) состоит из двух кронштейнов, приваренных к ходовой раме машины, на которых шарнирно (могут подниматься и поворачиваться) закреплены основные 9 и направляющие крылья 4. Оба крыла смонтированы на одном вертикальном валу, соединенном в верхней части со штоком цилиндра подъема /, закрепленного на раме машины. Направляющее крыло 4 состоит из вертикального листа, усиленного ребрами жесткости. В верхней части

вертикального листа сделаны вырез и направляющие лекала, по которым перемещается роликовая цепь среднего элеватора.

Основное крыло поворачивается на угол  $130^\circ$  реечным механизмом, рейка которого перемещается пневматическим цилиндром 2. Рейка находится в зацеплении с зубчатым сектором, насаженным на трех направляющих шпонках на вал подъема и поворота крыльев. При перемещении рейки одновременно поворачивается сектор, а следовательно, и вал с закрепленным на нем крылом. В рабочем положении крыло удерживается цепью. Предусмотрен фиксатор транспортного положения.

## **Практическое занятие 18**

### **Изучение и анализ конструкций снегоочистительных машин**

**Цель:** систематизация и закрепление теоретических знаний устройства и принципа действия снегоочистительной машины. Ознакомление с назначением и конструкцией снегоочистительной машины.

**Оборудование:** автоматизированное рабочее место: персональный компьютер, подключенный к сети Internet, принтер, сканер.

### **Краткие теоретические сведения**

Большая часть сети железных дорог России находится в зоне умеренного и холодного климата с выпадением осадков в виде снега, поэтому своевременная очистка путей от снега имеет большое значение для нормального функционирования транспорта в холодное время года. Степень покрытия участка пути снегом зависит от количества приносимого к пути снега, поперечного профиля земляного полотна и естественных (лесополосы) или искусственных (снеговые щиты) преград для переноса снега. Путь, расположенный на насыпи, высота которой больше толщины снежного покрова, как правило, не заносится снегом, а путь в выемках глубиной более 0,4 м подвержен сильным заносам.

Для очистки путей от снега на перегонах и станциях используются плужные и роторные снегоочистители, снегоуборочные машины и стационарные устройства для обдува или обогрева стрелок на станциях.

**Плужные снегоочистители (классификация, устройство, принцип действия)**



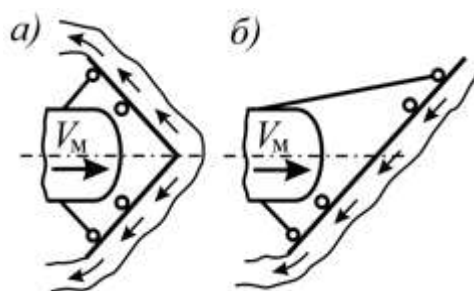


Рис. 17.1 Схемы очистки пути от снега плужным рабочим органом: однопутная двухотвальная (а) и двухпутная одноотвальная (б)

Эти снегоочистители, ввиду несложного конструктивного устройства и минимальных затрат на эксплуатацию, наиболее распространены на сети. В эксплуатации находятся снегоочистители СДП, СДПМ, СДПМ-2 и СПУ-Н [36]. Рабочий орган такой машины представляет собой отвальный плуг, состоящий из системы переставляемых крыльев и неподвижных щитов-отвалов. При движении снегоочистителя плуг подрезает слой снега и отбрасывает его в сторону от пути. По характеру отбрасывания снега плужные снегоочистители бывают (рис. 12.1) однопутные или двухотвальные (а), двухпутные или одноотвальные (б) и универсальные с системой перестановки отвалов на работу по схеме а или б, в зависимости от конкретных условий работы. Например, на двухпутном участке сбрасывание снега с пути производится в полевую сторону.

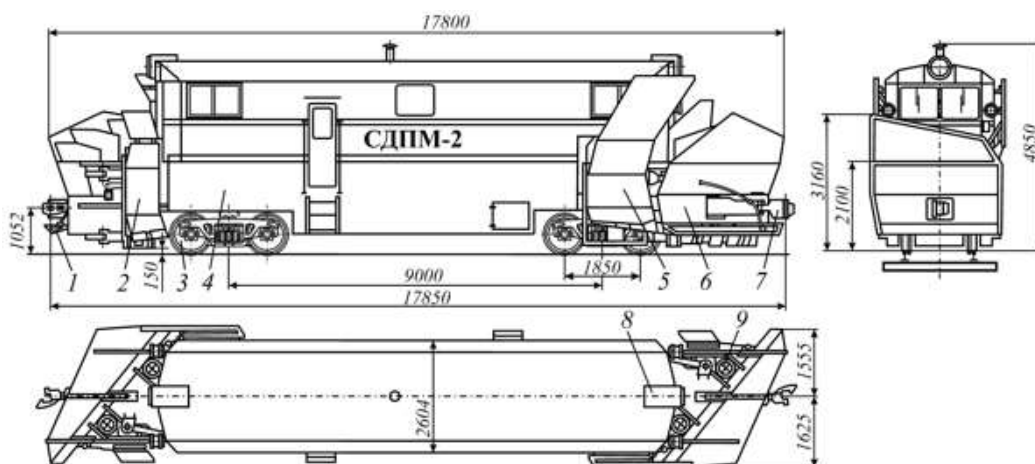


Рис.17.2. Двухпутный плужный снегоочиститель СДПМ-2:

- 1 – подрезной нож; 2 и 5 – угловое и боковое крылья; 3 – ходовая тележка типа 18-100; 4 – корпус; 6 – лобовой щит; 7 – выдвижная автосцепка; 8 – прожектор

Двухпутный снегоочиститель СДПМ-2 (рис. 12.2) представляет собой специальный четырехосный вагон 4 утяжеленной конструкции, позволяющий сохранять устойчивость при пробивке снежных завалов. Вагон опирается на типовые двухосные тележки 3, имеет тормозную систему, автосцепки 7 и систему сигнализации, что позволяет снегоочиститель прицеплять к локомотиву или транспортировать в составе грузового поезда. Спереди и сзади снегоочистителя установлены плужные снегоочистительные устройства, включающие лобовой щит 6 с подрезным ножом 1, боковое 5 и

угловое 2 крылья. В транспортном положении крылья повернуты на кронштейнах вдоль машины, подняты и закреплены транспортными стяжками. Поднят и закреплен стяжками также подрезной нож 1. Автосцепки 7 выдвинуты и зафиксированы. При работе с одной стороны прицепляется локомотив, снегоочистительное устройство остается в транспортном положении, а противоположное устройство приводится в рабочее положение. В рабочем положении боковое и угловое крыло поворачиваются под углом к направлению движения пневмоцилиндрами через рычажные механизмы, одновременно опускаясь. Опускается пневмоцилиндрами также подрезной нож. При работе на двух-путном участке, если движение поездов по соседнему пути не закрывается, то по условиям безопасности, угловое крыло 2 остается в транспортном положении и закреплено.

## **Практическое занятие 19**

### **Изучение и анализ конструкции снегоуборочных машин**

**Цель:** систематизация и закрепление теоретических знаний устройства и принципа действия снегоуборочных машин, ознакомление с их назначением и конструкцией.

**Технические средства обучения:** автоматизированное рабочее место: персональный компьютер, сеть Internet, принтер, сканер.

**Оборудование:** натуральные образцы рабочих органов снегоуборочных машин.

### **Краткие теоретические сведения**

Первая снегоуборочная машина с погрузкой снега на платформы, стоящие на соседнем пути, была предложена в России в 1910 году. В 1930—1950-е годы были распространены снегоуборочные машины с продольной погрузкой снега и перемещением его вдоль поезда к разгрузочному устройству. Этот способ транспортировки снега сохранился и в снегоуборочных машинах, применяемых на отечественных железных дорогах.

### **Классификация**

Для очистки путей от снега используют:

многовагонные снегоуборочные поезда;

прицепные — перемещаются локомотивом;

самоходные — у головной машины которых одна из тележек приводная, с двумя тяговыми электродвигателями;

одновагонные самоходные снегоуборщики.

## Принцип работы

На *многовагонных* снегоуборочных машинах в передней части головной машины находится щёточный барабан (ротор-питатель) или подрезной нож, расположенный поперек пути. Снег подаётся на загрузочный конвейер, который транспортирует его в промежуточные полувагоны, стоящие за головной машиной, или в бункер, установленный на головной машине. В обоих случаях снег поступает на пластинчатый конвейер-накопитель, лента которого движется со скоростью в 10—20 раз меньшей, чем скорость ленты загрузочного конвейера, в результате чего толщина слоя снега на конвейере-накопителе в 10—20 раз больше, чем на загрузочном конвейере и достигает двух метров. Вдоль промежуточных полувагонов проходят наклонные пластинчатые конвейеры, выступающие за торцевые стенки, перекрывая конвейер соседнего полувагона, поэтому снег перемещается из одного полувагона в другой вдоль всего состава, пока не достигнет последнего разгрузочного полувагона. Сколку льда и уплотнённого снега производят находящиеся в средней части головной машины льдоскалывающие устройства. Разрыхлённый лёд или снег при втором проходе снегоуборочной машины забирается рабочим органом. Для увеличения ширины захвата впереди машины с обеих сторон рамы в вертикальной плоскости шарнирно крепятся крылья, в рабочем положении расположенные под острым углом к оси пути и сдвигающие снег с междупутий в колею. В транспортном положении крылья поднимаются вверх, поворачиваются и складываются вдоль рамы машины в пределах габарита. Для улучшения очистки междупутий головные машины оснащены боковыми щётками, расположенными в рабочем положении также под острым углом к направлению движения машины. Если боковые щётки находятся в середине машины, для очистки пути необходимы два рабочих прохода: при первом снег щётками забрасывается с междупутья в колею, при втором — снег забирается рабочим органом. На ряде машин боковые щётки вместе с приводом крепятся на задней стороне каждого крыла, и машина очищает путь за один проход. В концевом полувагоне имеются лопастной рыхлитель и поворотный ленточный конвейер, который при очистке пути размещается под фермой машины, а для разгрузки поворачивается перпендикулярно ферме. Рыхлитель, вращаясь, подаёт снег на ленту поворотного конвейера, с которого снег отбрасывается в сторону на 6—10 метров.

В *одновагонных* снегоуборочных машинах рабочие органы (такие же, как у многовагонных), а также разгрузочные устройства находятся в одном большегрузном полувагоне. Такие снегоуборочные машины имеют небольшую длину, хорошую манёвренность и используются главным образом для очистки стрелок и околоторочных путей. Разгрузку осуществляет выбросной ротор, который вращается вокруг оси,

параллельной продольной оси машины, и снег, подаваемый наклонным скребковым конвейером с пластинчатого конвейера, отбрасывается ротором в сторону на 20—30 метров.

Снегоуборочный поезд СМ-2М предназначен для очистки и уборки станционных путей и стрелочных переводов от снега и льда зимой, и от мусора и других загрязнений — летом.

В состав снегоуборочного поезда входят:

- головная машина;
- первый промежуточный полувагон;
- второй промежуточный полувагон;
- концевой полувагон.

Головная машина предназначена непосредственно для очистки путей и оборудована:

- крыльями с боковыми щетками;
- питателем для забора снега;
- льдоскалывателями;
- дизель-генератором для обеспечения энергией электродвигателей рабочих органов поезда;
- компрессором для питания воздухом пневмоцилиндров.

Промежуточные полувагоны служат ёмкостями для сбора снега и загрязнителей. Перемещение снега и загрязнителей вдоль поезда производится ленточными и пластинчатыми транспортерами.

Концевой полувагон служит для выгрузки снега и засорителей поперечным выбросным транспортером с роторами-метателями. Разгрузка может производиться в обе стороны от оси пути на расстоянии 5-10 м в пределах станции или вне неё, в движении или на стоянке.

Для передвижения поезда применяется локомотив любой серии. Между локомотивом и снегопоездом устанавливается связь по радиостанции. Управление рабочими органами поезда осуществляется из кабин управления головной машины и концевого полувагона. При необходимости возможна эксплуатация поезда из трёх единиц: головной машины, одного промежуточного полувагона и концевого полувагона.

Компрессоры, установленные на ряде снегоуборочных машин, подают сжатый воздух пневматической системе привода рабочих органов. Для

обеспечения требований безопасности пневматическая рабочая магистраль снегоуборочной машины не соединяется с тормозной или питательной магистралью локомотива — выход из строя компрессора может привести к прекращению работы машины. Поэтому правильные эксплуатация и уход за компрессором имеют большое значение.

Развитие и совершенствование снегоуборочных машин предполагает повышение их производительности, увеличение надёжности рабочих органов, льдоскалывающих устройств и других узлов, а также внедрение автоматического управления.