**Сибирский государственный университет путей сообщения**

**Кафедра « Механизация путевых, погрузочно-разгрузочных и строительных работ »**

**Двухпролетный балластер ЭЛБ-3ТС**

**Курсовой проект по дисциплине «Устройство и основы расчета путевых машин»**

Пояснительная записка

ПМ.М411.07.00.00.00 ПЗ

2008

**Содержание**

1 Назначение, работа и устройство машины ЭЛБ-3ТС

2 Электрическая схема механизма прикрытия крыла машины ЭЛБ-3ТС

3 Определение основных параметров машины и рабочего оборудования

3.1 Производственно-технологические требования к рабочему оборудованию

3.2 Геометрические параметры дозатора

3.3 Кинематические параметры дозатора

3.4 Силы, действующие на дозатор машины ЭЛБ-3ТС

3.5 Конструирование частей дозатора машины ЭЛБ-3ТС

4 Проектирование механизма прикрытия крыла дозатора

4.1 Определение мощности привода

4.2 Расчет передачи винт-гайка

4.3 Расчет ползуна и направляющей механизма прикрытия крыла

5 Исследовательская часть проекта

6 Меры безопасности при работе машины

Список использованных источников

**1 Назначение, работа и устройство машины ЭЛБ-3ТС**

Электробалластер ЭЛБ-3ТС предназначен для подъемки железнодорожного пути с рельсами всех типов на деревянных и железобетонных шпалах, сдвижки пути одновременно с подъемкой, подборки щебня с обочин пути, перемещение его к концам шпал и формирования плеч и откосов балластной призмы.

Электробалластер ЭЛБ-3ТС применяется для строительстве как двухпутных, так и однопутных участков новых линий, при сооружении вторых путей, а также при капитальном ремонте действующих линий.

Устройство электробалластера ЭЛБ-3ТС приведено на рисунке 1.

1-передняя тележка; 2- будка машинного отделения; 3, 6, 11, 16-щетки: рельсовая, шпальные, шпально-рельсовые; 4-дозатор; 5-пульт управления дозатором; 7-четырехосная тележка; 8-направляющая ферма; 9-междуферменный шарнир; 10 – центральный пульт управления; 12 – механизм подъема и сдвига пути с электромагнитами; 13 – балластерная рама; 14 – рабочая ферма; 15- компрессор; 17 – задняя двухосная тележка; 18 - хозяйственная будка

Рисунок 1 – Электробалластер ЭЛБ-3ТС

Электробалластер ЭЛБ-3ТС состоит из двух ферм: рабочей 14 и направляющей 8. Фермы соединены междуферменным шарниром 9, опираются на тележки 1, 7, 17. На рабочей ферме расположены рабочие органы: механизм подъема, сдвига и перекоса пути 12, балластерная рама 13, шпальные щетки 11, шпально-рельсовые щетки 16, центральный пульт управления 10, хозяйственная будка 18 и компрессор 15; на направляющей ферме – дозатор 4, пульт управления 5, рельсовые щетки 3 и 6, будка 2 с установленной в ней электростанцией.

Краткая техническая характеристика электробалластера ЭЛБ-3ТС приведена в таблице 1.

Таблица 1– Техническая характеристика электробалластера ЭЛБ-3ТС [2]

|  |  |
| --- | --- |
| Параметры | ЭЛБ-3МК |
| Скорость, м/с:при подъемки путипри дозировке путитранспортная | 1,39-2,781,39-4,1722,2 |
| Подъемная сила электромагнитов, кН | 431 |
| Высота подъема, мм | 400 |
| Ход механизма сдвига, мм | 250 |
| Мощность электростанции, кВт | 100 |
| Масса машины, т | 122 |

На рисунке 2 приведены этапы работы электробалластера ЭЛБ-3ТС.

1 – ВСП после прохода основных машин; 2 – ВСП после выгрузки балласта в путь; 3 - дозировка балласта в путь; 4 – подъемка и частичная сдвижка пути

Рисунок 2 – Этапы работы машины электробалластера ЭЛБ-3ТС

Первый этап показывает состояние пути после прохода основных машин, перед проходом хоппер – дозатора, для выгрузки балласта в путь. Второй этап показывает ВСП после прохода хоппер – дозатора, после выгрузки балласта в путь. Третий этап – после дозировки выгруженного ранее в путь балласта. Четвертый этап показывает состояние ВСП после прохода пути электробалластера ЭЛБ-3ТС. На четвертом этапе произведена подъемка пути и частичная сдвижка в проектное положение.

**2 Электрическая схема механизма прикрытия крыла машины ЭЛБ-3ТС**

Если выключатель QS1 включен, то для пуска двигателя достаточно нажать кнопку SB2. При этом получает питание катушка контактора KMВ, замыкаются главные контакты в силовой цепи, и статор двигателя присоединяется к сети. Одновременно в цепи управления закрывается замыкающий вспомогательный контакт КМВ, блокирующий кнопку SB2, после чего эту кнопку не нужно больше удерживать в нажатом состоянии, так как цепь катушки контактора КМВ остается замкнутой. Кнопка за счет действия пружины возвращается в исходное положение.

В схеме предусмотрена защита двигателя плавкими предохранителями от коротких замыканий и тепловыми реле КК от перегрузок.

Для реверсирования необходимо нажать кнопку SB1, а затем SB3, что приведет к отключению КМВ и включению КМН, а дальше по тому же принципу что и при пуске вперед с помощью размыкающих вспомогательных контактов КМВ и КМН, что так же исключает возможность одновременного включения контакторов КМВ и КМН.

**3 Определение основных параметров машины и рабочего оборудования**

**3.1 Производственно-технологические требования к рабочему оборудованию**

- дозатор должен обеспечивать работу с любым видом балласта;

- дозатор должен повторять форму балластной призмы;

- механизмы дозатора должны быть подвижными, чтобы обеспечить требуемый угол наклона;

- приводы механизмов дозатора должны обеспечивать скорость прикрытия, наклона и подъема крыльев из условия безопасного производства работ.

**3.2 Геометрические параметры дозатора**

Расчет и выбор параметров дозатора производят с целью обеспечения возможности формирования балластной призмы в соответствии с заданным типом верхнего строения пути. К геометрическим параметрам относят: параметры, определяющие расположение частей и элементов дозатора относительно рельсошпальной решетки или поверхности балластной призмы; размеры частей; параметры, определяющие взаимное расположение частей и элементов дозатора.

Требуемая толщина слоя балласта , м [1]:

, (1)

где – толщина слоя балласта по заданию, =0,35 м;

 – высота подъема РШР, м.

Для определения высоты подъема построены схемы: а – схема для определения объема дозировки; б – схема для определения объемов шпалы и подъемки.

а)

б)

а - схема для определения объема дозировки; б – схема для определения объемов шпалы и подъемки

Рисунок 3 – Схемы для определения высоты подъема РШР

По заданию даны условия, при которых необходимо разработать дозатор электробалластера ЭЛБ-3ТС:

а) шпалы деревянные: ;

;

.

б) рельсы Р50: (в расчете учитываем высоту подкладки

).

в) плечо .

Для определения рассматривается равенство объема балласта подъемки и разности объема балласта, задозированного над РШР , и объема шпалы [1]:

, (2)

где - объем балласта подъема РШР;

 - объем балласта, задозированного над РШР;

 - объем шпалы.

;

.

.

Требуемая толщина слоя балласта , м:

.

Размеры щита дозатора определяют вписыванием его в подферменное пространство с учетом нижнего очертания габарита подвижного состава.

Длина щита дозатора , м [1]:

, (3)

.

Наибольшая высота щита , м [1]:

, (4)

где - расстояние от нижнего уровня головки рельса до нижнего пояса фермы, м ( по прототипу); - расстояние от уровня головки рельса до самой нижней части дозатора, м ( из условия безопасности).

.

Рисунок 4 – Схема для определения высоты щита

На рисунке 5 представлена конструктивная схема дозатора машины электробаллаастер ЭЛБ-3ТС. По этой схеме проектируется щит, корень крыла, крыло и подкрылок.

Боковое крыло проектируют с учетом поперечного профиля пути и размеров балластной призмы и щита.

Высота корня крыла принята по прототипу: . Длина корня крыла определяется по конструкционной схеме. , т.е. длина корня крыла соответствует длине между точками 1 и 2 в горизонтальной плоскости, где - в натуральную величину.

.

Длина основной части крыла ,м [1]:

, (5)

где x,y,z – координаты точек 1 и 2, мм [1].

;

;

;

;

;

.

.

Определение положения шарниров механизма прикрытия крыла [1]:

мм;

мм;

мм.

По прототипу принимаем =625 мм; .

**3.3 Кинематические параметры дозатора**

Условия расчета: на крыло действуют нагрузки от сил сопротивления балласта резанию, производится прикрытие крыла от до с целью обхода препятствия или уменьшения объема захватываемого балласта.

Рисунок 6 – Схема для определения скорости прикрытия крыла

Скорость прикрытия крыла определяется из условия безопасного производства работ: крыло должно быть прикрыто от до на расстоянии 25м [1]:

 или , (6)

где - рабочая скорость машины;

 - ход ползуна (=1,1м);

=25м – из условия безопасного производства работ.

.

Предварительные расчеты показали, что при такой скорости необходим двигатель большой мощностью. Поэтому необходимо уменьшить скорость прикрытия крыла. Принимаем скорость прикрытия крыла =0,06 м/с.

**3.4 Силы, действующие на дозатор машины ЭЛБ-3ТС**

Дозатор режет балласт и перемещает его вдоль и поперек пути. При этом могут быть два случая. Первый – машина перемещается на прямом участке, два крыла раскрыты симметрично на рабочий угол. Второй случай – машина перемещается на кривом участке пути расчетного радиуса, одно из крыльев открыто на максимальный рабочий угол, другое – на минимальный рабочий угол.

Для определения сил, действующих на части дозатора, составлена расчетная схема, изображенная на рисунке 7.

Рисунок 7 – Схема для определения сил, действующих на дозатор

Сила сопротивления балласта резанию для корня крыла , Н [1]:

, (7)

где к – коэффициент сопротивления балласта резанию, кПа (для гравия ) [2];

 – глубина резания щебня корнем крыла, м (=0,15м);

 – длина режущей части корня крыла, м (=0,9м).

.

Сила сопротивления балласта волочению для корня крыла , Н[1]:

, (8)

где – плотность балласта, ( для гравия ) [2];

 - высота корня крыла, м () [2];

 - ускорение свободного падения, ();

 - коэффициент внутреннего трения балласта () [2].

.

Сила сопротивления балласта резанию подкрылка , Н [1]:

, (9)

где – глубина резания щебня подкрылком, м (=0,15м);

 – длина режущей части подкрылка, м (=0,75м).

.

Сила сопротивления балласта волочению для подкрылка , Н [1]:

, (10)

где - высота подкрылка, м () [2];

.

Сила сопротивления балласта резанию щита , Н [1]:

, (11)

где – глубина резания щебня щитом, м (=0,15м);

 – длина режущей части щита, м (=2,2м).

.

Сила сопротивления балласта волочению для щита , Н [1]:

, (12)

где - высота щита, м () [2];

.

Сила сопротивления балласта резанию для основной части крыла , Н [1]:

, (13)

где – глубина резания щебня основной частью крыла, м (=0,15м);

 – длина режущей части основной части крыла, м (=2,044м).

 - коэффициент сопротивления балласта резанию с учетом прижатия режущей кромки крыла к обрабатываемой поверхности, кПа ()[1].

.

Сила на перемещение призмы волочения основной части крыла , Н [1]:

, (14)

где , , ,

- средняя высота откосной части крыла, м.

Подставляя в формулу (14), получим [1]:

 (15)

;

;

;

.

Сила трения балласта вдоль крыла , Н [1]:

, (16)

где - коэффициент трения балласта о сталь (= 0,35) [2].

.

**3.5 Конструирование частей дозатора машины ЭЛБ-3ТС**

При разработке металлоконструкций частей дозатора и узлов их соединений рассматривают характерные случаи нагружения дозатора при реализации полной силы тяги локомотива.

Первый случай – машина перемещается под уклон, оба крыла раскрыты на рабочий угол. Второй случай – машина перемещается на прямом горизонтальном участке, одно крыло раскрыто на наибольший рабочий угол, второе полностью прикрыто; третий случай – машина на прямом горизонтальном участке, одно крыло раскрыто на минимальный рабочий угол, второе полностью прикрыто.

Первые два случая рассматриваются при расчете крыла на прочность. При расчете крыла на прочность в первом приближении принимают расчетную схему: крыло как балка на двух опорах с одной консолью; по длине балки действуют равномерно распределенные нагрузки [1]:

; , (17)

где , - силы, рассчитанные для конкретного случая, кН;

- длина крыла без учета длины подкрылка.

Суммарные силы резания и волочения, действующие на крыло дозатора:

;

.

.

Распределенные нагрузки от сил резания и волочения, действующие по длине крыла:

;

.

Рисунок 8 – Схема для определения изгибающего момента, действующего на крыло

Реакции опор в шарнирах С и Е:

: ;

.

: ;

.

Для определения опасного сечения строится эпюра изгибающего момента:

1 участок (0)

;

; ;

; ;

; .

2 участок (0)

;

; ;

; .

Рисунок 9 – Схема для определения крутящего момента, действующего на крыло

Для определения опасного сечения строится эпюра крутящего момента:

1 участок (0)

;

; ;

; .

2 участок (0)

; ;

; .

.

3 участок (0)

; ;

; .

.

Для определения размеров сечения в наиболее опасном сечении находим приведенный момент от изгибающего и крутящего моментов [10]:

. (18)

Наиболее опасное сечение Б-Б:

.

Рисунок 10 – Схема наиболее опасного сечения

Момент сопротивления опасного сечения [10]:

.

.

Напряжение в наиболее опасном сечении [10]:

 .

- условие выполняется.

При расчете щита на прочность рассматривают первый и третий случаи нагружения дозатора. Для первого случая принимают следующую расчетную схему: щит как двухконсольная балка, на длине которой действуют равномерно распределенные нагрузки [1]:

; , (19)

Распределенные нагрузки от сил резания и волочения, действующие по щит:

;

.

Расстояние от консоли до ролика принято по прототипу: .

Рисунок 11 – Схема для определения изгибающего и крутящего моментов, действующих на щит

На щит со стороны крыла действует сила , Н:

.

Реакции опор в шарнирах А и В:

: ;

: ;

.

Для определения опасного сечения строится эпюра изгибающего момента:

1 участок (0)

;

; ;

; .

2 участок (0)

;

; ;

; .

3 участок (0)

;

; ;

;

Для третьего случая нагружения принимают расчетную схему: щит как двухконсольная балка, на длине которой действуют равномерно распределенная нагрузка, сила на консоли от опирания крыла, происходит скручивание щита.

Рисунок 12 – Схема действия крутящего момента на щит

Для определения опасного сечения строится эпюра крутящего момента:

1 участок (0)

;

; ;

;

Для определения размеров сечения в наиболее опасном сечении находим приведенный момент от изгибающего и крутящего моментов [10]:

.

Наиболее опасное сечение N-N:

.

Рисунок 13 – Схема наиболее опасного сечения

Момент сопротивления опасного сечения [10]:

.

.

Напряжение в наиболее опасном сечении [10]:

 .

- условие выполняется.

**4 Проектирование механизма прикрытия крыла дозатора**

**4.1 Определение мощности привода**

Разработка механизмов сводится к определению сил и затрат мощности при выполнении рабочих операций, подбору элементов привода механизмов, расчету отдельных узлов и деталей.

Условия расчета такие же, что и при определении кинематических параметров и сил, действующих на дозатор.

Схема к расчету приведена на рисунке 14.

Рисунок 14 – Схема к расчету механизма прикрытия крыла

Для расчета силы все силы резания балласта и от призмы волочения, действующие на части крыла при работе, проектируют на горизонтальную плоскость и приводят к двум силам и . Составляют уравнение суммы моментов этих сил относительно шарнира, соединяющего щит и крыло, и определяют составляющую усилия , действующую в узле Е перпендикулярно плоскости крыла.

: ,

где ; .

.

Сила является проекцией тяги в горизонтальной плоскости [1]:

, (20)

где - угол между горизонтальной проекцией оси тяги и вектором силы , град.

.

По известной определяют силу [1]:

, (21)

где - угол наклона тяги к горизонтальной плоскости, град.

.

По известной рассчитывают в выходном звене механизма [1]:

, (22)

где и - составляющие силы в плоскости тяги, кН; - коэффициент трения в ползуне (=0,5) [6].

;

.

.

Мощность привода механизма прикрытия крыла [1]:

, (23)

где -КПД механизма, [6]; - скорость прикрытия крыла.

.

Принят электродвигатель трехфазный асинхронный короткозамкнутый 4А132S4У3 с параметрами: ; .

**4.2 Расчет передачи винт-гайка**

Передача винт – гайка служит для преобразования вращательного движения в поступательное. Основным критерием резьбы винтовых механизмов является износостойкость.

Из условия износостойкости определяем диаметр винта [9]:

, (24)

где =0,5 – трапецеидальная и прямоугольная резьба; =2,0 - коэффициент высоты гайки; []=4..6 МПа – незакаленная сталь – чугун.

.

Принимаем стандартный диаметр .

Выбрана резьба 48х5 [7]: ; ; ; ; .

;

Принимаем .

Проверяем выбранную резьбу по напряжениям [9]:

; (25)

.

**4.3 Расчет ползуна и направляющей механизма прикрытия крыла**

Для определения диаметра направляющей механизма прикрытия крыла необходимо построить эпюру изгибающего момента, действующего на направляющую. Для этого определим реакции в опорах А и В.

На направляющую действуют момент и сила от составляющих силы :

,

где - эксцентриситет от до шарнира (принят =0,1м).

Для определения реакций в опорах А и В составим уравнение момента.

: ;

.

: ;

.

Рисунок 15 – Схема для определения сечения направляющей механизма прикрытия крыла

1 участок (0)

;

; ;

; .

2 участок (0)

;

; ;

; .

Момент сопротивления опасного сечения [10]:

, (26)

где .

.

Напряжение в опасном сечении [10]:

 .

- условие выполняется.

Принимается направляющая круглого полого сечения: ; .

Втулка, применяемая в ползуне, выбирается из условий:

, (27)

, (28)

что означает: удельная нагрузка на единицу расчетной поверхности вкладыша не должна превышать допускаемой величины.

.

Принимается втулка с внутренним диаметром , наружным диаметром и длиной [8].

.

Принята втулка А 100/115 х 140 ГОСТ 1978 [8].

**5 Исследовательская часть проекта**

По заданию необходимо исследовать изменение наклона подрезного ножа на боковом крыле:

,

где - изменение нагрузки, действующей на крыло;

- угол резания, град (;;).

;

;

.

Рисунок 16 – График изменения нагрузки резания, действующей на основную часть крыла

**6 Меры безопасности при работе машины**

1. К работе на машине допускаются лица, прошедшие медицинский осмотр, как лица, связанные с движением поездов, воздействием шума и вибрации.

2. Обслуживающий персонал машины должен быть обеспечен спецодеждой. Во время работы одежда должна быть застегнута, стянута поясом, а волосы должны быть убраны под головной убор.

3. Запрещается приступать к работе при наличии следующих неисправностей:

- при подъеме путевой решетки электромагнитный подъемник сбрасывает ее;

- при нормальном напряжении электромагнитный подъемник сбрасывает путь;

-при движении электромагниты сбрасывают поднятую путевую решетку;

-при включении механизма поворота крыла дозатора крыло не поворачивается;

- при наличии неисправности в электрической, гидравлической и пневматической систем;

- неисправность тормозной системы;

- неисправность звуковой и световой сигналов;

- неисправность ходовых частей и автосцепок.

4. Для обеспечения нормальной работы деталей и их сопряжений, а также для своевременного выявления и устранения возникающих дефектов необходимо проводить техническое обслуживание, состоящее из ежемесячных и периодических уходов за механизмами машины.

5. Проверку основных рабочих органов производят машинист и его помощник.

6. Машину необходимо содержать в чистоте, следить, чтобы в кабинах, на ступеньках и поручнях не было масла и грязи.

7. Машина должна быть снабжена огнетушителями, расположенными в легкодоступном месте, полностью готовыми к применению.

8. Не допускается хранение и перевозка в кабинах машины легковоспламеняющихся веществ.

9. Перед выездом машины на перегон необходимо убедиться, что все рабочие органы приведены в транспортное положение и надежно закреплены.

10. Перед началом работы, в перерывах, во время работы и по окончании смены должен обязательно выполняться весь объем контрольно-осмотровых работ.

11. При работе на машине запрещается находиться на расстоянии ближе 1 м от работающих органов машины.

12. Всем членам обслуживающей машину бригады запрещается находиться на междупутье во время работы машины и пропуске поездов по соседнему пути. После оповещения приближения поезда по соседнему пути все указанные лица, за исключением находящихся в кабинах машины, должны сойти на обочину пути в место, указанное руководителем работ.

13. Запрещается сходить с машины и садиться на нее во время движения.

14. Запрещается работа машины в темное время суток при неисправных фарах освещения рабочих органов и пути в зоне их работы.

15. Машина должна быть снабжена аптечкой с набором медикаментов и перевязочных средств для оказания первой медицинской помощи.

**Список использованных источников**

1. адорин Г. П. Дозирующие и профилирующие устройства путевых машин: Методические указания к курсовому и дипломному проектированию. Новосибирск: Изд-во СГУПСа, 2000. – 38 с.

2. Путевые машины: Учебник для вузов ж.-д. транспорта/ Под редакцией С. А. Соломонова. – 2-е издание, переработанное и дополненное – М.: Транспорт, 1985. – 375 с.

3. Машины и механизмы для путевого хозяйства: Учебник для техникумов ж.-д. транспорта/ Под редакцией С. А. Соломонова. – 3-е издание, переработанное и дополненное – М.: Транспорт, 1984. 440 с.

4. Толмазов А. Ф. Электробалластеры: материал технической информации.- М.: Транспорт, 1965. 151 с.

5. Соломонов С. А. Балластировочные, щебнеочистительные машины и хоппер – дозаторы. М.: Транспорт, 1991. 336 с.

6. Курсовое проектирование деталей машин: Учебное пособие/ С. А. Чернавский, К. Н. Боков, И. М. Чернин, Г. М. Ицкович, В. П. Козинцов. – 3-е издание, стереотипное. – М.: ООО ТИД «Альянс», 2005. – 416 с.

7. Анурьев В. И. Справочник конструктора – машиностроителя. М., 2001; Т.1. 728с.

8. Анурьев В. И. Справочник конструктора – машиностроителя. М., 2001; Т.2.

9. Иванов М. Н. Детали машин: Учебник для студентов высших технических учебных заведений. – 5-е издание, переработанное – М.: Высшая школа, 1991. – 383 с.

10. Ахметзянов М. Х., Лазарев И. Б. Сопротивление материалов. Учебное пособие для вузов. Новосибирск: СГУПС, 1997. 300 с.

11.СТО СГУПС 1.01СДМ.01-2007. Система управления качеством. Курсовой и дипломный проекты. Требования к оформлению. Новосибирск, 2007. 60 с.