**3. Определение сопротивлений от рабочих органов электробалластера**

Электробалластер может выполнять работу только по дозировке балласта в путь, выполнять только подъемку пути, а также совмещать дозировку балласта с подъемкой пути.

В первом случае суммарное сопротивление движению машины от рабочих органов

,

где *Wд* – сопротивление от дозатора, Н.

Во втором случае

,

где *Wрам* – сопротивление от балластерной рамы, Н; *Wм* – сопротивление от подъемных магнитов, Н.

При совмещении работ по дозировке и подъемнике пути суммарное сопротивление движению электробалластера от рабочих органов, Н:

.



Сопротивления движению электробалластера при работе дозатора, кН:





Составляющие резания балласта, связанные со срезанием слоя, определяются как произведение удельного сопротивления резанию на площадь срезаемой стружки, кН:



|  |  |
| --- | --- |
| Резание центральным щитом | Резание поворотной частью (подкрылок, крыло и корень) |
|  |  |

где *k* – удельное сопротивление резанию (для песчаного балласта *k* = (2-3)10-3 кН/см2, для гравия *k* = (4-5)10-3 кН/см2, для щебня *k* = (5-9)10-3 кН/см2); *h*щ, *h*к – толщины срезаемого щитом (*h*щ = 0-**15** см) и поворотной частью (*h*к = 10-15 см) слоя балласта; - ширина центрально щита, см (**=220 см**); *L*кi – суммарная длина по контуру резания балласта поворотной частью, см ;.

В случае закрытого положения козырька:



где *L*пк, *L*кр, *L*кор – длины режущих кромок подкрылка, крыла и корня, см **(принятьсм).**

Составляющие реакции балласта, связанные с перемещением призмы волочения, кН:

|  |  |
| --- | --- |
| Волочение центральным щитом | Волочение поворотной частью (подкрылок, крыло и корень) |
|  |  |

где *H*щ, *H*к – высота призмы волочения перед щитом и поворотными частями (не могут быть более высот соответствующих частей, примем ***H*щ = *H*к = 55 см**), см; ϕот – угол естественного откоса балластного материала в движении (можно принимать ϕот = 45°); ρ – плотность материала (для рыхлого щебня ρ = (1,6-1,8) 10-3 кг/см2); *g* – ускорение свободного падения (g = 981 см/с2); *f*б – коэффициент трения балласта о балласт (для щебня *f*б = 0,6-0,8).

Составляющая реакции балласта, связанная с трением движущегося балласта вдоль поворотной части, кН:





где *fб*к – коэффициент трения балласта о крыло (*f*бк = 0,4).

Сопротивление балластерной рамы, кН:



|  |  |
| --- | --- |
| Сопротивление от струнок | Приведенная площадь |
|  |  |

где *F*р – площадь торцевой части рамы[[1]](#footnote-1), погруженной в балласт, см2 **(*F*р =504 см2)**;  – приведенная площадь струнок, см2 (где *k*пс – коэффициент приведения площади *k*пс = 1,45); *d*ст – диаметр стержня (струнки), см **(d = 1,5 см)**; *l*ст – длина струнки***[[2]](#footnote-2)***, см **(*l* – 350 см)**; *n*ст – число струнок, включенных в работу, шт. **(n=3)**; *k* – удельное сопротивление резанию (для песчаного балласта *k* = (2–3)10-3 кН/см2, для гравия *k* = (4–5)10-3 кН/см2, **для щебня *k* = (5–9)10-3 кН/см2)**

Сопротивление от подъемных магнитов, Н;

,



где *P*прит = *P*эмаг – *P* – оставшееся усилие притяжения рельсов электромагнитами после вычета усилия отрыва, кН; *P*эмаг – расчетная подъемная сила электромагнитов подъемника[[3]](#footnote-3), кН; *P* – усилие вывешивания путевой решетки определяется по формуле (5.7) или (5.10); μ1 – коэффициент трения качения о рельс опорного ролика электромагнита (μ1 = 0,06 см); *f* – коэффициент трения шарикоподшипников (*f* = 0,02); d = 10[[4]](#footnote-4) – диаметр цапфы ролика, см; β – коэффициент увеличения сопротивления с учетом горизонтального усилия (β = 2-2,5); Dр = 22 – диаметр ролика, см.

Определим усилие *P*, развиваемое ПРУ электробалластера ЭЛБ-4К при вывешивании путевой решетки (рельсы Р-65, шпалы железобетонные, балласт щебеночный). Высота вывешивания *H*выв =35 см, подъемки *h*под = 10 см. Расчетное положение ПРУ характеризуется: *a*р = 1232,5 см, *b*р = 1417,5 см, *L*р = *a*р + *b*р = 2650 см.

Вычислим по формуле (5.1) расчетную погонную нагрузку с учетом данных в табл. 5.1: q = 70,6 + 95 – 1,96 · 35 = 234,2 Н/см. Далее по формуле (5.7) определим, исходя из предположения о защемлении упругой линии ограничивающими колесными парами, усилие подъема:

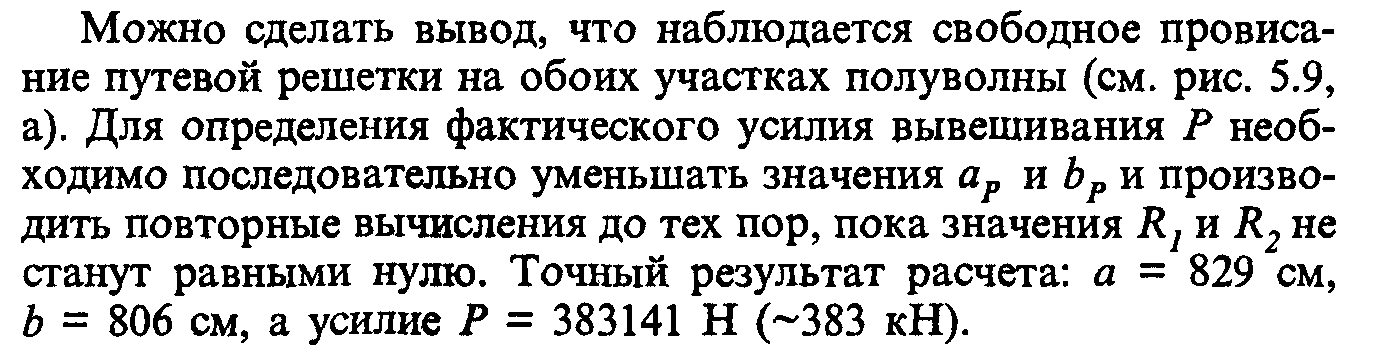


По формулам (5.8) и (5.9) определим значения реактивных усилий слева и справа у колесных пар:









Исходя из этого усилия определяются конструктивные параметры захватных устройств для путевой решетки. В случае применения электромагнитно-роликовых захватов рассчитывается необходимое количество катушек электромагнитов Nкат = 8, с учетом того, что одна катушка при нормальном воздушном зазоре несет нагрузку *P*кт = (13,3-15,7) кН (При общей грузоподъемности электромагнитного подъемника 32тс или 320 кН).

*P*прит = *P*кт ∙ *N*кат = 15·103 ∙8 =120 кН

G:\9.Путевые машины\Конспект лекций Путевые машины\ПУТЕВЫЕ МАШИНЫ.Попович и Бугаенко\УМЦ ФАЖТ_Рисунки по главам ПМ\Рисунки_Глава-5_Машины для балл_и подъем_пути\5.6_Балластерная рама.TIF

*Балластерные рамы* (рис. 5.6) состоят из двух рам *7* с рассекателями *11*, на которых при работе стержней *10* закрепляются **струнки *8***, представляющие собой стальные стержни круглого сечения с дополнительными звеньями, предотвращающими излом струнок. Подъем рам и опускание их в рабочие положения осуществляется механизмами, состоящими из верхней *5* и нижней *6* параллелограммных рам, соединенных через шарнирные узлы с одной стороны с балластерной рамой *7*, а с другой – с кронштейном *9*, неподвижно установленным на ферме *3*. Эти элементы образуют шарнирный параллелограммный четырехзвенник, обеспечивающий вертикальную ориентацию рам *7* в любом положении по высоте. Подъем и опускание каждой рамы осуществляется гидроцилиндром *1*, закрепленным корпусом через шарнирные узлы на кронштейне *2*, и соединенным с рамой проушиной штока шарнирно. Балластерные рамы установлены по оси расположения ПРУ и работают с ним совместно, обеспечивая разравнивание и подведение балласта под шпалы при вывешивании путевой решетки (см. рис. 5.2, *б*, *в*).

G:\9.Путевые машины\Конспект лекций Путевые машины\ПУТЕВЫЕ МАШИНЫ.Попович и Бугаенко\УМЦ ФАЖТ_Рисунки по главам ПМ\Рисунки_Глава-5_Машины для балл_и подъем_пути\5.8_Дозатор.TIF

*Дозатор* электробалластера (рис. 5.8) монтируется на ферме направляющей секции и состоит из центрального щита *12*, установленного в направляющих, позволяющих ему перемещаться вертикально с помощью двух гидроцилиндров *8*, соединенных с ним шарнирно через штоки. Корпуса гидроцилиндров через другие шарнирные узлы подвешены на неподвижных кронштейнах *6*. На центральном щите через петлевые шарниры *14* установлены правое и левое составные шарнирные крылья. Каждое крыло включает в себя **корневую часть 19**, соединенную с центральным щитом петлевыми шарнирами *14*. К корневой части через шарнирные узлы снизу прикреплено **крыло 20**, а сверху – тяга *3*. Эти же элементы через другие шарнирные узлы соединены с **подкрылком 2**, образуя в вертикальной плоскости шарнирный параллелограммный четырехзвенник, позволяющий нижней рабочей кромке подкрылка сохранять неизменную ориентацию относительно горизонта при опускании крыла. К подкрылку через вертикальный шарнир присоединен **козырек 1**, предотвращающий при работе дозатора потери балласта.

Подъем и опускание крыла производится телескопической наклонной тягой 4 с приводом от гидроцилиндра. Для раскрытия и прикрытия крыла служит механизм, состоящий из наклонной тяги *15*, которая через универсальные шарнирные узлы *11*, *18* соединена с крылом *20* и ползуном *10*. Ползун установлен на продольных направляющих *9* и соединен шарнирно с гидроцилиндром *13*. При движениях штока этого гидроцилиндра происходит поворот крыла в плане для изменения ширины захвата балласта на обочинах.

Конструкцией дозатора предусмотрена работа как в прямом направлении движения – направляющей секцией вперед, так и в обратном. При движении назад производится срезка излишков балласта. Возможна также работа по дозированию при развороте крыльев в другую сторону. В этом случае снимаются тяги 15, а удержание крыла под напором балласта в требуемом положении осуществляется цепью, закрепляемой на проушине крыла и на ферме.

При работе дозатора производится маневрирование положением крыла в соответствии с положением направляющей секции относительно пути и требуемыми размерами балластной призмы. В транспортном положении, как и другие рабочие органы, дозатор закрепляется винтовыми стяжками и устанавливается на кронштейны *16*, *17*.

H:\9.Путевые машины\Конспект лекций Путевые машины\ПУТЕВЫЕ МАШИНЫ.Попович и Бугаенко\УМЦ ФАЖТ_Рисунки по главам ПМ\Рисунки_Глава-5_Машины для балл_и подъем_пути\5.14_Схема к расчету тяговых сопротивлений дозатора.TIF

H:\9.Путевые машины\Конспект лекций Путевые машины\ПУТЕВЫЕ МАШИНЫ.Попович и Бугаенко\УМЦ ФАЖТ_Рисунки по главам ПМ\Рисунки_Глава-5_Машины для балл_и подъем_пути\5.9_Схема к расчету усилий подъема и сдвига РШР.TIF

H:\9.Путевые машины\Конспект лекций Путевые машины\ПУТЕВЫЕ МАШИНЫ.Попович и Бугаенко\УМЦ ФАЖТ_Рисунки по главам ПМ\Рисунки_Глава-5_Машины для балл_и подъем_пути\5.5_Подъемно-рихтовочное устройство.TIF

*Механизм подъема, сдвига и перекоса* путевой решетки электробалластера ЭЛБ-4К (рис. 5.5) включает в себя два червячных редуктора *4*, установленных на раме *2*, входные валы которых через муфту соединены с электродвигателями 3 переменного тока. Внутри червячное колесо каждого редуктора имеет винтовую нарезку, которая взаимодействует с винтом *5*. Винты, в свою очередь, соединены с пружинными амортизаторами *6*, внутри которых также имеется разрушаемый элемент предельного вертикального усилия, которое может возникнуть при прижиме путевой решетки и отказе концевых выключателей. Амортизаторы установлены в вертикальных направляющих и через шарнирные узлы *7* соединены с вертикальными тягами *8*. Тяги через шарнирные узлы *17* соединяются с поперечной балкой *12*. В результате образуется шарнирный параллелограммный механизм, позволяющий производить боковой сдвиг путевой решетки без нарушения ее положения по уровню.

Привод сдвига осуществляется от четырех гидроцилиндров *15*, которые проушинами корпусов через кронштейны *16* и шарнирные узлы соединены с фермой *1*, а проушинами штоков – с центральной осью *21*. В средней части на оси установлен каток *20*, взаимодействующий с вертикальными тягами *8*. Ось через катки *14* опирается на поперечные направляющие.

Таким образом, подъем каждой рельсовой нити (соответственно и перекос путевой решетки) осуществляется отдельным электродвигателем *3*, а сдвиг при работе гидроцилиндров *15*, отклоняющих вертикальные тяги.

Восемь электромагнитно-роликовых захватов *9* подвешены на поперечной балке *12* через балансирную систему, позволяющую скомпенсировать вертикальный изгиб путевой решетки при ее вывешивании. Система включает продольную балансирную балку *11*, подвешенную через шарнирные узлы *18* на балке *12*, и балансиры *10*, установленные на поперечных осях балки *11*. На них шарнирно закреплены захваты. Усилие сдвига пути передается через горизонтальные рихтующие ролики *19*, оси которых установлены на балке *11*.

1. Расстояние от нижнего конца рассекателя балластерной рамы до верха головки рельса составляет 600 мм. Как видно из рисунка концы балластерной рамы с рассекателями погружены в балласт приблизительно на 1/3 этого размера, т.е. на 200 мм (если вообще погружены). На схемах старых конструкций электробалластера ЭЛБ-1 нижний конец рамы заостряется. Так в конструкции балластерной рамы 3 струны с двумя штырями крепления на каждой стороне рамы, то с грунтом взаимодействует 3∙2=6 концов рамы. Толщи наконца примерно 60 мм. Общая площадь взаимодействия с грунтом с учетом коэффициента рссечения (сопротивления клина) 0,7 составит 0,7×20×6×6=504 см2. [↑](#footnote-ref-1)
2. Балластерные рамы предназначены для закрепления на них стальных прутков диаметром 12—16 мм, называемых струнками, служащих для планировки и рыхления балласта под поднятой рельсо-шпальной решеткой, а также для выдавливания песчаного балласта в шпальные ящики при неподнятой решетке для опускания пути. [↑](#footnote-ref-2)
3. Неизвестна [↑](#footnote-ref-3)
4. Приблизительные неточные размеры. [↑](#footnote-ref-4)