

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Иркутский государственный университет путей сообщения»
Сибирский колледж транспорта и строительства

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ
(очной и заочной формы обучения)
МДК 02.03 МАШИНЫ, МЕХАНИЗМЫ ДЛЯ РЕМОНТНЫХ И СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ
для специальности
08.02.10 Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство

Иркутск, 2023

РАССМОТРЕНО:

Цикловой методической комиссией
специальности 08.02.10 Строительство железных
дорог, путь и путевое хозяйство

Протокол № 9

«24» мая 2023 г.

Председатель  Климова С.Н.

Разработчик: В.В. Колесников, преподаватель Сибирского колледжа транспорта и
строительства ФГБОУ ВО «Иркутский государственный университет путей сообщения»

Методические указания разработаны для студентов специальности 08.02.10
Строительство железных дорог, путь и путевое хозяйство. Данное пособие содержит
методические рекомендации по выполнению лабораторных работ

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	3
Задания для выполнения работы.....	4
Лабораторная работа № 1	4
Лабораторная работа № 2	7
Лабораторная работа № 3	13
Лабораторная работа № 4	17
Лабораторная работа № 5	19
Лабораторная работа № 6	23
КОНТРОЛЬ	26
Список использованных источников.....	28

Введение

МДК.02.03 Машины, механизмы для ремонтных и строительных работ является важной специальной дисциплиной, назначение которой - дать будущим техникам основные сведения о конструкциях, принципах работы, рациональном применении машин и механизмов в путевом хозяйстве и строительстве на железнодорожном транспорте; об их технических характеристиках и требованиях по обеспечению безопасности движения поездов и технике безопасности при их работе.

Важно объяснить студентам один из основных принципов, который ведет к научно-техническому прогрессу: чем более механизированы стандартные, типовые процессы, тем больше у человека остается времени для творческой работы. При этом становятся видны новые задачи, которые необходимо решить, чтобы достигнуть поставленной цели. В связи с этим становится видно, насколько важна роль данной дисциплины в формировании специалиста по эксплуатации железных дорог.

Лабораторные работы направлены на формирование практических умений необходимых при освоении учебной дисциплины (профессиональных модулей):

- профессиональных (выполнять определенные действия, операции, предписания, необходимые в последующем в профессиональной деятельности);
- учебных (решать задачи).

В процессе лабораторных работ студенты выполняют одну или несколько лабораторных работ (заданий) под руководством преподавателя в соответствии с изучаемым содержанием учебного материала.

Содержанием лабораторных работ является решение различного рода задач, в том числе профессиональных (анализ производственных задач и т. п.), работа с нормативными документами, инструктивными материалами, справочниками и др.

Состав заданий для лабораторных работ спланирован с расчетом, чтобы за отведенное время они могли быть выполнены качественно большинством студентов.

Выполнению лабораторных работ предшествует проверка знаний студентов – их теоретической готовности к выполнению задания.

Формы организации работы студентов на лабораторных работах могут быть: фронтальная, групповая и индивидуальная.

При фронтальной форме организации работ все студенты выполняют одновременно одну и ту же работу.

При групповой форме организации работ одна и та же работа выполняется микрогруппами по 2-5 человек.

При индивидуальной форме организации занятий каждый студент выполняет индивидуальное задание.

В результате изучения дисциплины студент уметь:

- использовать машины и механизмы по назначению, соблюдая правила техники безопасности;

знать:

- назначение и устройство машин и средств малой механизации.

Задания для выполнения работы

Наименование темы лабораторной работы	Кол-во час	Формируемые компетенции
Лабораторная работа № 1: Классификация. Технические параметры машин. Назначение принцип работы машин РМ-80, РМ-76, СЧ-601, ОТ-400, СЧУ-800, МОБ для глубокой очистки балласта. Подготовка пути для работы щебнеочистительных машин. Производительность машин.	2	ПК 2.2 ОК1-9
Лабораторная работа № 2: Выправочно-подбивочно-отделочная машины ВПО-3000(М), ВПО-3-3000. Классификация. Технические параметры машин. Устройство рабочих органов. Определение производительности машин.	2	ПК 2.2 ОК1-9
Лабораторная работа № 3: Выправочно-подбивочно-рихтовочная машина стрелочная ВПРС-02, ВПРС-03, ВПРС-05, Унимат 08-275/3S, ВПРС-02, ВПРС-03, ВПРС-05, Классификация. Технические параметры машин. Устройство рабочих органов. Определение производительности машин	2	ПК 2.2 ОК1-9
Лабораторная работа № 4: Динамический стабилизатор пути ДСП-С, ДСП-6С. Классификация. Технические параметры машин. Устройство рабочих органов. Определение производительности машин		ПК 2.2 ОК1-9
Лабораторная работа № 5: Определение продолжительности выполнения основных работ в «окно» капитального ремонта пути	2	ПК 2.2 ОК1-9
Лабораторная работа № 6: Организация и технология работы поточных звеноразборочных линий. Машины для разборки рельсо-шпальной решетки. Классификация. Технические параметры машин. Производительность машин	2	ПК 2.2 ОК1-9
	12	

Лабораторная работа № 1

Классификация. Технические параметры машин. Назначение принцип работы машин РМ-80, РМ-76, СЧ-601, ОТ-400, СЧУ-800, МОБ для глубокой очистки балласта. Подготовка пути для работы щебнеочистительных машин. Производительность машин.

Цель работы: Назначение принцип работы машин для очистки балласта.

Порядок выполнения:

1 Загрязнение балластной призмы и физические основы процесса очистки

2 Качество очистки для всех типов щебнеочистительных рабочих органов

МАШИНЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ БАЛЛАСТНОЙ ПРИЗМЫ

Балластная призма обеспечивает вертикальную и горизонтальную устойчивость рельсошпальной решетки при воздействии на нее поездной нагрузки. Для этого она должна равномерно распределять давления, передаваемые через подошвы шпал, на возможно большую площадь основной площадки земляного полотна, иметь равномерно распределяемые по ее длине и ширине упругие деформации и обеспечивать необходимую равномерность накопления остаточных деформаций при эксплуатации железнодорожного пути.

1 Загрязнение балластной призмы и физические основы процесса очистки

В соответствии с требованиями ГОСТ 7392-2002, в путь должен укладываться щебень фракций 25-60 мм. Нижняя 1 и верхняя 2 границы его гранулометрического состава отражены на рис. 7.1. Щебень должен иметь достаточно равномерный гранулометрический состав: при его просеивании через сите с диаметром отверстий 40 мм остаток на сите должен составить 35 – 70 % от общей массы пробы. Допускается содержание частиц плоской и игловатой формы не более 18 %. Частицы фракций менее 25 мм, таким образом, относятся к засорителям.

В новом щебне таких частиц должно быть по массе не более 5 % ($n_{25} - 5\%$), причем частиц с размерами 0,16 мм не более 1 %. В результате попадания засорителей изменяется зерновой состав щебеночного балластного слоя. Вследствие попадания засорителей изменяется процентное соотношение фракций (график 1 на рис. 1) При превышении этого показателя необходимо проводить ее очистку.

Такой уровень загрязнения для звеневого пути достигается после пропуска в среднем 120 – 520 млн. т. брутто поездной нагрузки, в зависимости от категории пути, толщины слоя и скорости движения грузовых поездов, как основного фактора загрязнений.

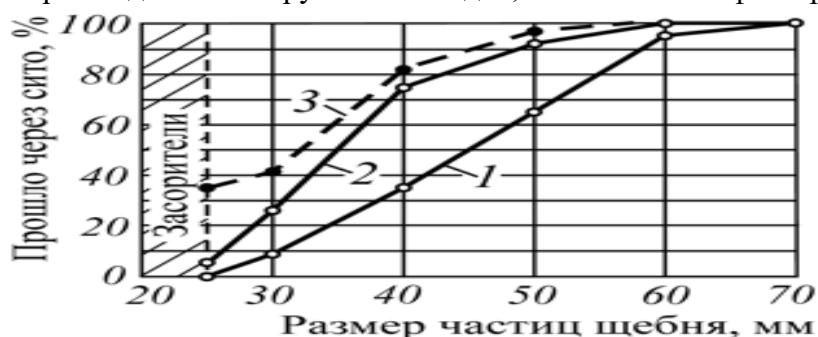


Рис. 1. Графики гранулометрического состава щебня:
1 и 2 – нижняя и верхняя границы чистого щебня по ГОСТ 7392-2002; 3 – состав предельно засоренного щебня

Показатель n_{25} после ремонта пути зависит от технологии работы (качества работы ЩОМ и количества дозируемого в путь нового щебня) и составляет в среднем $n_{25} = 5 - 8\%$.

Требуется в результате работы машины достигать

показателя $n_{25} = 6,7\%$.

Далее рассмотрим долю в этом показателе,

которую обеспечивает машина.

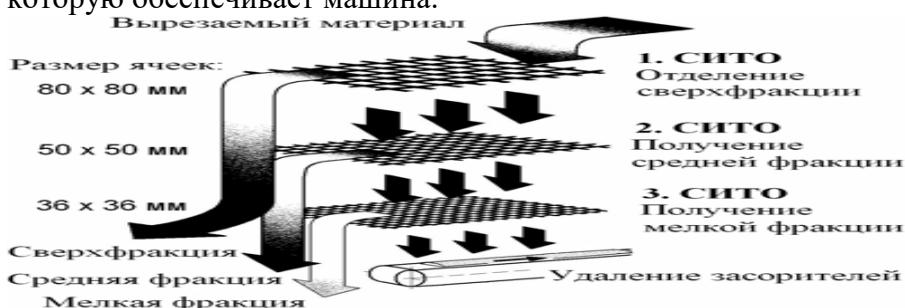


Рис. 2. Просеивание щебня через сите грохота
Качество очистки для всех типов щебнеочистительных рабочих органов характеризуется коэффициентом эффективности $E, \%$, определяющимся отношением массы удаленного засорителя к массе засорителя в загрязненном очищаемом щебеночном балласте.

$$E = (1 - n_{25p} / n_{25h})100, \quad (1)$$

где n_{25h} , n_{25p} – предельно-допустимое содержание засорителя в загрязненном и очищенном щебне ($n_{25h} = 35\%$, $n_{25p} = 6,7\%$).

Величина этой вероятности равна соотношению заштрихованной площади отверстия сите ($1 - d$) 2 , m^2 (рис. 7.3, а) и всей площади, ограниченной осями проволок ($1 + a$) 2 , m^2 (1,

a – расстояния между осями проволок и их диаметр, м; d – диаметр частицы, аппроксимированной шаром, м). После преобразований:

$$P = \frac{l^2}{(l+a)^2} (1 - d/l)^2 = \lambda (l - d/l)^2, \quad (2)$$

где λ – коэффициент живого сечения сита ($\lambda = 12/(l+a)2$).

Расчет количества ячеек для разных соотношений d/l (рис. 3, б) показывает, что хорошо просеиваются частицы, у которых диаметр не превышает 0,75 размера ячейки («легкие» частицы). Частицы с соотношением $d/l > 0,75$ просеиваются хуже («трудные» частицы).

Для наклонных просеивающих поверхностей щебнеочистительных рабочих органов целесообразно принимать размеры отверстий, обеспечивающих одинаковую с горизонтальным их расположением вероятность удаления засорителя, в соответствии с данными, приведенными в табл.1.

Таблица 1

Размеры отверстий сит наклонных вибрационных грохотов l_h , мм×мм	Размеры отверстий горизонтальных сит l_g , соответствующих по эффективности размерам l_h отверстий наклонных сит при различных углах наклона α						
	5°	10°	15°	16°	20°	26°	30°
Верхнее сито							
80×80			74,2	73,5	71,1	66,7	63,6
75×75			69,4	68,7	66,4	62,2	59,3
70×70			64,5	63,9	61,7	57,7	54,6
63×63			57,8	57,1	56,1	51,2	48,8
Среднее сито							
40×40		38,0		36,2	34,9	32,5	30,8
45×45		42,5		41,0	39,6	40,0	35,2
50×50		47,9		45,8	44,3	41,5	39,5
55×55		52,8		51,1	49,0	45,9	44,0
Нижнее сито							
25×25	24,2		22,4	22,3	21,5	19,9	18,3
28×28	27,2		25,3	25,2	24,3	22,6	21,4
30×30	29,2		27,3	27,1	26,2	24,4	23,1
32×32			29,3	29,1	28,8	26,2	24,8
36×36							28,3

2 Принципы работы устройств забора и очистки путевого щебня.

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 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.

Расчетная схема к определению максимальной скорости движения машины V_m , согласованной со скоростью движения сетчатой ленты V_l

Минимальная скорость движения ленты по условию подъема частицы ,

$$V_{lp} = \sqrt{g \cdot R} \text{ м/с} \quad (R - \text{радиус криволинейной части грохота, м}).$$

Фактическая скорость движения ленты должна быть немного больше.

Зная скорость движения ленты V_l , м/с, ширину b_l , м, и толщину h_d , м, слоя балласта на ней, можно найти максимально допустимую по условию нормальной очистки скорость поступательного движения машины V_m , м/с (рис. 7.8). Если производительность машины по рыхлому состоянию щебня

$$\Pi_m = KV_m b_c h_c, \text{ м}^3/\text{ч}$$

(K – коэффициент, учитывающий рыхление щебня; b_c и h_c – ширина и толщина выграбляемого слоя щебня в пути, м), а производительность ленты ,

$$\Pi_l = V_l b_l h_l$$

то после приравнивания последних двух выражений и преобразований максимально допустимая скорость движения ЩОМ, м/с:

$$V_m = \frac{V_l b_l h_l}{K b_c h_c}. \quad (7.3)$$

Толщина слоя на ленте принимается $(0,15 - 0,2) b_c$, м.

Состав отчета:

- 1 Загрязнение балластной призмы и физические основы процесса очистки
- 2 Качество очистки для всех типов щебнеочистительных рабочих органов.
- 3 Принципы работы устройств забора и очистки путевого щебня.

Контрольные вопросы

- 1 Назовите машины для очистки балласта
- 2 Особенность устройства машины ЩОМ-Д.
- 3 Особенность устройства машины ЩОМ-ДМ.
- 4 Особенность устройства машины ЩОМ-4М.
- 5 Особенность устройства машины ЩОМ-МФ.
- 6 Особенность устройства машины ЩОМ-3У.

Лабораторная работа № 2

Выправочно-подбивочно-отделочная машины
3000. Классификация. Технические параметры машин.
Определение производительности машин.

ВПО-3000(М), ВПО-3-
Устройство рабочих

Цель работы: Определение физических основ уплотнения балласта, показатели качества уплотнения балласта

Порядок выполнения

- 1 Принципы работы выправочно-подбивочных машин.
- 2 Физические основы уплотнения балласта, показатели качества уплотнения
- 3 Принципы работы выправочно-подбивочных машин, классификация машин
- 4 Поведение рельсошпальной решетки и балластного слоя при действии нагрузки
- 5 Показатели качества уплотнения

МАШИНЫ ДЛЯ УПЛОТНЕНИЯ БАЛЛАСНОЙ ПРИЗМЫ, ВЫПРАВКИ И ОТДЕЛКИ ПУТИ

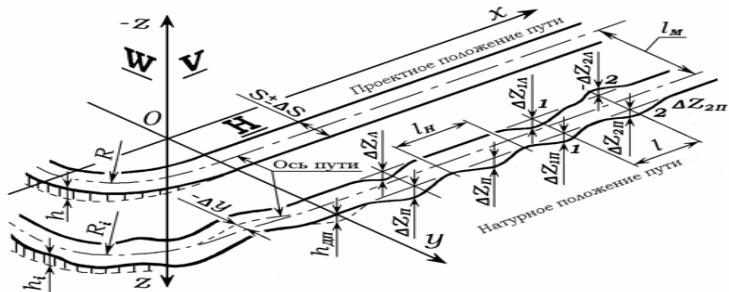


Рис. 1. Положение рельсошпальной решетки в прямоугольной системе координат 0XYZ

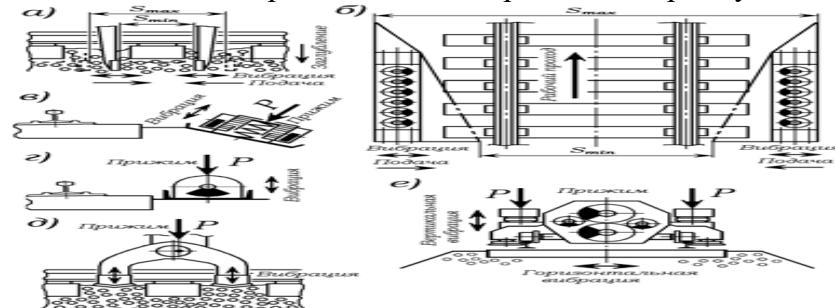


Рис. 2. Рабочие органы для уплотнения и стабилизации балластного слоя

1.2 Поведение рельсошпальной решетки и балластного слоя при действии нагрузки

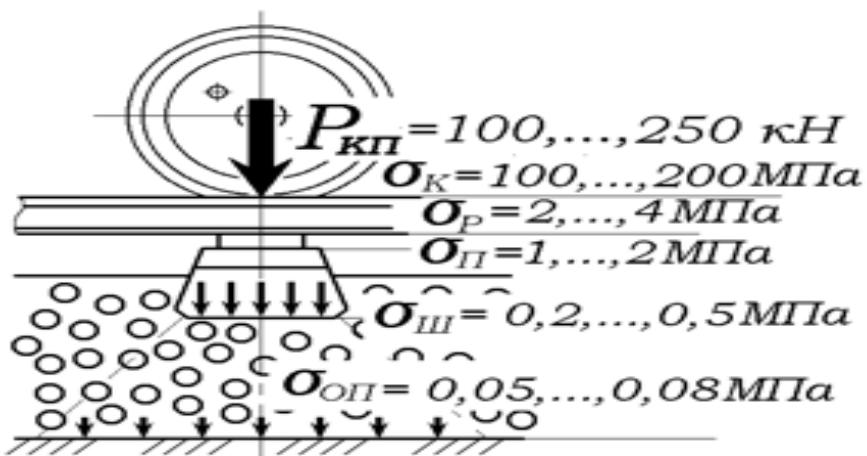


Рис. 3. Распределение давления от колесной пары через путевую решетку на балластный слой и основную площадку земляного полотна



Рис. 4 График накопления остаточных осадок пути
в зависимости от пропущенного тоннажа брутто

Остаточные осадки рельсовых нитей неравномерно накапливаются также и от пропущенного тоннажа. Это дает основание выделить из общего «времени жизни» слоя периоды (рис. 4):

- Т1 – стабилизации с интенсивным и постепенно затухающим накоплением осадок;
- Т2 – нормальной эксплуатации, когда осадки накапливаются медленно;
- Т3 – эксплуатации с постепенным увеличением остаточных осадок
- Т4 – аварийный период, который может закончиться закрытием участка для движения поездов.

Текущее состояние балласта в этой фазе характеризуется относительной осадкой $E_y < E_p$.

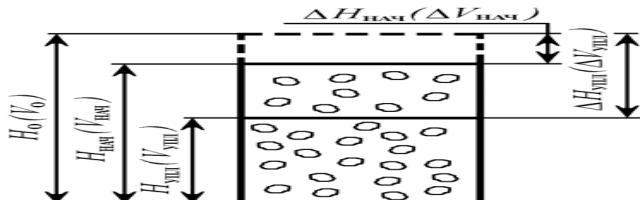


Рис. 5- Расчетная схема к определению относительной осадки уплотнения E

После достижения предельного состояния ($E_y \approx E_p$) балласт полностью теряет способность дальше уплотняться, при этом достигает максимума несущей способности.

1.3. Показатели качества уплотнения

При проектировании современные путевые машины в основном рассчитываются на работу с тяжелыми типами РШР, опирающимися на слой щебня. Щебень представляет собой сыпучую среду, состоящую из частиц (зерен) и промежутков между ними, которые заполнены в основном воздухом.

Для анализа показателей уплотнения представим себе слой балласта, который в начальный момент времени имеет толщину H_n . После силового воздействия на него в вертикальном направлении происходит обжим, в результате чего новая толщина слоя становится равной H_y . Состояние слоя до и после уплотнения можно характеризовать величинами осадок $\Delta H_n, \Delta H_y$ из гипотетического предельно рыхлого состояния, которое характеризуется толщиной H_0 .

Более наглядно уплотнения балластного слоя выражается в показателях относительной степени осадки из предельно рыхлого состояния, соответственно, для начального и уплотненного состояний:

$$E_n = \frac{\Delta H_n}{H_0} = \frac{\Delta V_n}{V_0}; \quad E_y = \frac{\Delta H_y}{H_0} = \frac{\Delta V_y}{V_0}, \quad (1)$$

где $\Delta V_n, \Delta V_y$ – уменьшения объемов балластного слоя до и после его уплотнения из гипотетического предельно рыхлого состояния;

V_0 – объем слоя в указанном рыхлом состоянии, которое принимается как базовое.

Машина приводит балластный слой из некоторого состояния предварительного уплотнения в состояние после уплотнения, поэтому можно считать, что машина «добавляет» относительную осадку слоя в указанном смысле на величину:

$$\Delta E_m = \frac{\Delta H_y - \Delta H_n}{V_0} = \frac{\Delta V_y - \Delta V_n}{V_0} = E_y - E_n. \quad (2)$$

Как видно из формул, относительную осадку можно определять и через соотношения объемов балластного слоя в разных его состояниях. В целом, это оценка на макроуровне внешних проявлений эффекта уплотнения.

На микроуровне (на уровне взаимодействующих друг с другом частиц) используются два показателя, характеризующие соотношение объемов, занятых частицами V_c (объем скелета), и объемов, занятых воздухом V_p (объем пор). Это пористость n и коэффициент пористости ϵ , соответственно:

$$n = \frac{V_{\text{п}}}{V_{\text{с}} + V_{\text{п}}}; \quad \varepsilon = \frac{V_{\text{п}}}{V_{\text{с}}}. \quad (3)$$

Уплотненное состояние щебеночного балластного материала характеризует также объемная плотность ρ_y , как отношение массы щебня к занимаемому им объему. Однако объемная плотность зависит от плотности материала частиц, поэтому реже используется в расчетных моделях процесса уплотнения.

Описанные выше показатели уплотненного состояния щебня связаны между собой соотношениями:

$$\begin{aligned} \varepsilon_y &= V_{\text{п}} / V_{\text{с}} = n_y / (1 - n_y) = \rho_c / \rho_y - 1 = \varepsilon_0 (1 - E_y) - E_y = \\ &= (n_0 - E_y) / (1 - n_0); \quad E_y = \Delta V_y / V_0 = (\varepsilon_0 - \varepsilon_y) / (1 + \varepsilon_0), \end{aligned} \quad (4)$$

где ε_0 , E_y – коэффициенты пористости,

n_0 , n_y – пористости предельно рыхлого и уплотненного состояний щебня; ρ_c , ρ_y – плотность материала частиц и объемная плотность уплотненного щебня.

Излагаемая здесь методика расчета уплотнительных рабочих органов путевых машин использует в качестве основных показателей коэффициент пористости ε и относительную осадку слоя E .

Пористость щебня по ГОСТ 7392-2002 в предельно рыхлом состоянии колеблется в пределах $n_0 = 0,42 - 0,45$ (в среднем $n_0 = 0,435$), а в предельно уплотненном состоянии $n_{\text{пп}} = 0,36 - 0,37$ (в среднем $n_{\text{пп}} = 0,365$) [45].

Расчет по формулам (1.4) показывает, что в предельно рыхлом состоянии коэффициент пористости $\varepsilon_0 = 0,724 - 0,818$ (в среднем $\varepsilon_0 = 0,770$), а в предельно уплотненном состоянии $\varepsilon_{\text{пп}} = 0,563 - 0,587$ (в среднем $\varepsilon_{\text{пп}} = 0,575$).

Относительная осадка уплотнения предельного состояния составляет $E_{\text{пп}} = 0,18 - 0,25$.

В расчетах уплотнительных рабочих органов путевых машин можно принимать: $\varepsilon_0 = 0,80$, $\varepsilon_{\text{пп}} = 0,57$ и $E_{\text{пп}} = 0,20$. Эти значения удовлетворительно согласуются с полученными ранее данными для щебеночного балластного слоя, изготавляемого по предшествующим стандартам. Показатели оценки качества (степени и равномерности) уплотнения и стабилизации балласта приведены в табл. 10.1.

Таблица 1. Показатели оценки качества (степени и равномерности) уплотнения и стабилизации балласта железнодорожного пути

Показатель	Значения показателя или формула определения	
	Практически достигнутые	предельные
Степень уплотнения: плотность, кг/м ³ пористость коэффициент пористости относительная осадка уплотнения	$\rho_d = (1,5 - 1,8)103$ $n_d = 0,36 - 0,38$ $\varepsilon_d = 0,56 - 0,61$ $\frac{\Delta H}{H} = 0,14 - 0,20$	$(1,9 - 2,1)103$ $0,33 - 0,34$ $0,49 - 0,51$ $0,22 - 0,25$
Качество уплотнения	$\rho \pm \sigma_\rho$; $n \pm \sigma_n$ $\varepsilon \pm \sigma_\varepsilon$; $\Delta H \pm \sigma_{\Delta H}$	max min
Скорость осадки слоя, мм/млн т брутто	$\frac{dh}{dT} = V_h = \text{var}$	$V_h = \text{const}$
Ускорение (равномерность) осадки слоя,	$\frac{d^2 h}{dT^2} = W_h$	

мм/(млн т брутто)2	$\sigma_{up}(Wh) \leq \pm 1,33 \text{ мм};$ $\sigma_{up}(Wh) \leq \pm (0,25-0,33)$ o/oo	Wh = 0
--------------------	---	--------

Технологический процесс уплотнения массива балластного слоя связан с перераспределением под действием силовых факторов (рабочих органов или поездной нагрузки) объемов балласта внутри слоя с образованием локальных зон повышенной вследствие уплотнения (под рельсовыми нитями) и пониженной вследствие разуплотнения (в шпальных ящиках, под концами шпал) концентрации частиц. Относительная осадка уплотнения Еу после силового воздействия определяется по формуле

$$E_y = 1 - \frac{V_y}{V_h} (1 - E_h) \quad (5)$$

где V_h , V_y – объемы, занимаемые балластом до и после уплотнения.

Модель применима для расчета эффекта уплотнения балластного слоя при однократном воздействии. Такой подход используется в большинстве методик расчета результата уплотняющего силового воздействия на балластный слой рабочими органами путевых машин.

Расчетные модели таких процессов уплотнения, протекающих на последующих этапах силового воздействия, должны учитывать взаимодействие нескольких объемов балласта, каждый из которых характеризуется своим значением относительной осадки уплотнения E_i .

Например, если уплотненное состояние ядра достигается за счет вовлечения в процесс двух исходных объемов балласта, то можно показать, что относительная осадка массива балластного слоя (ядра уплотнения) выражается формулой :

$$E_y = 1 - \frac{V_y (1 - E_{h1})(1 - E_{h2})}{V_{h2}(1 - E_{h1}) + V_{h1}(1 - E_{h2})}. \quad (6)$$

В этой формуле индексы $h1$, $h2$ при переменных обозначают, что показатель относится к первому и второму объемам до уплотнения.

Эти модели требуют проведения экспериментальных исследований для определения нужных характеристик рассматриваемого процесса.

Модель (1), при определении дополнительных условий, применима, например, для оценки уплотняющего эффекта при однократном обжиме балластного слоя лопатками подбоек машин типа ВПР. Но для расчета уплотняющего эффекта основных виброплит машин типа ВПО, имеющих основной и дополнительный уплотнительные клинья, возникает необходимость использовать дополнительно модель (2).

Самый распространенный способ уплотнения балластного слоя – вибрационный обжим. Начальное состояние балласта характеризуется относительной осадкой уплотнения E_h , а состояние после силового воздействия – относительной осадкой уплотнения E_y .

В расчетах уплотнительных рабочих органов используется понятия гипотетического предельно рыхлого состояния и предельно уплотненного состояния. Они характеризуются соответствующими относительными осадками уплотнения E_0 и E_p .

Выше приведены зависимости, характеризующие изменение относительной осадки уплотнения при обжиме одного объема (10.5) или при соединении двух объемов в один объем балласта (6).

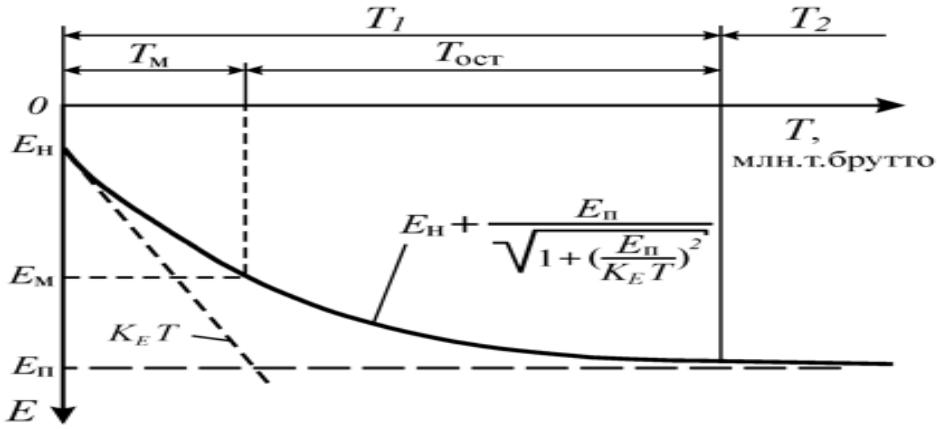


Рис. 6- Накопление относительной осадки уплотнения Е в балластном слое при воздействии поездной нагрузки в зависимости от пропущенного по участку тоннажа Т

Поскольку есть предельно уплотненное состояние балласта, то стабилизация путем уплотнения моделируется процессом насыщения принятого к рассмотрению показателя уплотнения – относительной осадки Е.

Процесс накопления относительной осадки Е балластного слоя, например, при стабилизации в период Т1 (рис. 6) можно описать выражением:

$$E \equiv E_n + \frac{E_{\pi}}{\sqrt{1 + (\frac{E_{\pi}}{K_E T})^2}}, \quad (7)$$

где Ен – начальная относительная осадка уплотнения, получаемая при статическом обжиме балласта сразу после приложения нагрузки (в этом случае она получается в результате воздействия колесных пар машин при работе);

Еп – предельно возможная для конкретного характера силового воздействия относительная осадка уплотнения;

КЕ – коэффициент крутизны нарастания относительной осадки получен коэффициент крутизны КЕ~ 0,4, совпадающий с результатами исследований);

Т – пропущенный тоннаж с учетом динамических факторов, млн т брутто.

При возрастании пропущенного тоннажа относительная осадка асимптотически стремится к предельному значению Еп, поэтому тоннаж Т1, соответствующий периоду обкатки (рис. 10.8), назначается в значительной степени директивно, с учетом накопленного опыта эксплуатации. Пунктирная линия отражает крутизну нарастания относительной осадки в начальный момент приложения поездной нагрузки.

В результате работы путевой машины относительная осадка уплотнения становится равной Ем, что означает, что машина позволила уменьшить стабилизационный тоннаж Т1 на величину Тм. Для достижения стабильного состояния балластного слоя остается пропустить тоннаж Тост.

Зависимость (7), в общем случае, применима и к некоторому элементарному объему балласта, подвергаемому силовому вибрационному воздействию вибрирующей поверхностью с нарастающим в каждом цикле давлением р, кПа.

Предел давления, при котором балластный материал начинает течь рекомендуется вычислять по формуле, кПа:

$$T = \frac{\omega t_b}{2\pi} \sum_{i=1}^N p_i,$$

где ω – угловая частота колебаний вибрирующей поверхности, рад/с;

t_b – время воздействия вибрирующей поверхности, с;

i – счетчик циклов колебаний ($i = 1, 2, \dots, N$).

Предел давления, при котором балластный материал начинает течь рекомендуется вычислять по формуле, кПа:

$$p = q \cdot | \ln(2\epsilon - 1) |, \quad (9)$$

где q – опытный коэффициент $q = (0,3 - 0,5) \cdot 103$ кПа для рыхлого балласта; $q = (0,6 - 0,8) \cdot 103$ кПа для уплотненного балласта;

ϵ – коэффициент пористости балласта, который связан с другими показателями уплотнения, что следует из формул (10).

Промежуточные значения коэффициента q можно определить методом линейной интерполяции, например, приняв $q_0 = 0,3 \cdot 103$ кПа для предельно рыхлого щебня и $q_p = 0,8 \cdot 103$ кПа для предельно уплотненного щебня. Формулу можно использовать для $\epsilon > 0,5$.

Нарастание несущей способности балласта ограничено максимальным давлением p_{max} , кПа, которое может развить вибрирующая поверхность, а также случаем, когда достигнуто предельное по свойствам балласта относительное уплотнение E_p . Если $p_{max} < p_p$ (p_p – давление, при превышении которого произойдет разрушение сформированной текстуры, кПа), то будет достигнута относительная осадка уплотнения $E_u < E_p$, и дальнейший обжим прекратится.

Состав отчета:

Цель работы.

1 Показатели качества уплотнения

2 Технологический процесс уплотнения массива балластного слоя.

3 Показатели оценки качества (степени и равномерности) уплотнения и стабилизации балласта пути

Контрольные вопросы

1 Назначение, общее устройство машины ВПО-3000.

2 Назначение, общее устройство машины ВПО-3-3000;

3 Конструкция основных виброплит ВПО-3000.

4 Принцип работы вибратора не направильного действия.

Лабораторная работа № 3

Выправочно-подбивочно-рихтовочная машина стрелочная ВПР-1200, ВПРС-02,

Классификация. Технические параметры машин. Устройство рабочих органов.

Определение производительности машин.

Цель работы: определение технических параметров машин, устройство рабочих органов.

Порядок выполнения:

1 Контрольно-измерительная система

2 Сглаживающие свойства системы в продольном профиле

3 Производительность выправочно-подбивочной машины циклического действия

ВЫПРАВОЧНО-ПОДБИВОЧНО-РИХТОВОЧНЫЕ МАШИНЫ ВПР-1200, ВПРС-02

Выправочно-подбивочно-рихтовочные машины ВПР-1200, ВПРС-02 это машины циклического действия, выполняющие в комплексах машин финишные работы по выправке пути с уплотнением балластной призмы для уменьшения степени неравномерности его отступлений по уровню, в плане и просадкам .

Для определения положения машины относительно точек вдоль пути, с привязкой к которым производится автоматический расчет корректировочного управления выправкой,

на передней тележке 9 устанавливается импульсный датчик пути с мерным колесом 10. Обычно полный оборот колеса соответствует 1 м пройденного машиной пути.

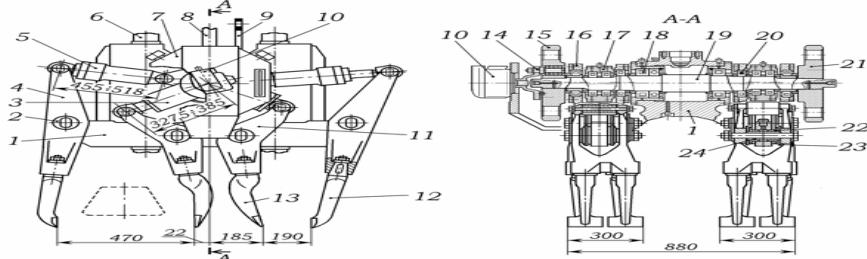


Рис. 1- Двухшпальний подбивочный блок машины ВПР-1200:

- 1 - станина;
- 2 - шарнирные узлы рычагов подбоек;
- 3, 5 - гидроцилиндры привода рычагов внутренних и наружных подбоек;
- 4, 11 - рычаги наружных и внутренних подбоек;
- 6 - вертикальные направляющие цилиндрические колонны;
- 7 - масляный бак смазочной системы;
- 8 - гидроцилиндр вертикального перемещения блока;
- 9 - стопорная проушина;
- 10 - гидромотор привода эксцентрикового вала;
- 12, 13 - наружные и внутренние подбойки (16 шт.);
- 14 -упругая втулочно-палцевая муфта;
- 15, 21 - маховики;
- 16, 17 -- обоймы гидроцилиндров привода рычагов внутренних подбоек;
- 18, 20 - коренные и шатунные подшипники;
- 19 - эксцентриковый вал;
- 22, 24 - втулки шарнирного узла;
- 23 - манжеты

Амплитуда колебаний A для внешних и внутренних подбоек имеет фиксированное значение ($A = 4,5$ мм – для наружных подбоек и $A = 6,5$ мм – для внутренних подбоек). Угловая частота колебаний $w = 220$ рад/с также неизменна.

Контрольно-измерительная система (КИС) обеспечивает измерение отклонений в положении пути, выработку и передачу сигнала на управление механизмами подъемки и сдвижки, контроль результатов выпрямочных работ и запись положения пути.

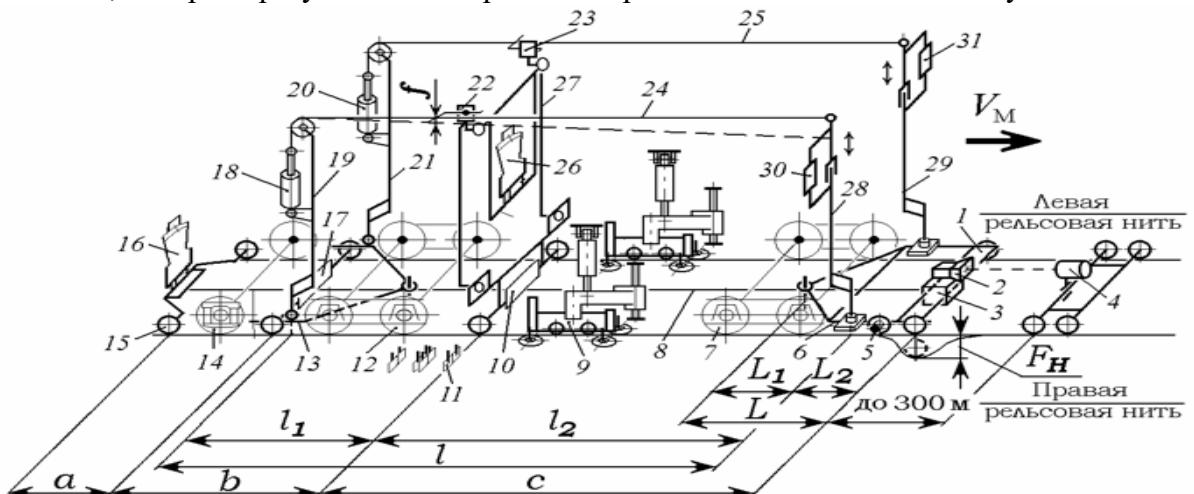


Рис. 2- Контрольно-измерительная система выпрямки пути машины ВПР-02:

- 1, 13 и 15 - передняя, контрольно-измерительная и задняя тележки рихтовочной КИС
- 2 - фотоприемник лазерного луча;
- 3, 30 и 31 - следящие механизмы корректировки положения передних концов рихтовочного и нивелировочных тросов-хорд;
- 4 - тележка с лазерной пушкой;
- 5 - каток с датчиком пути;
- 6 - рычаг;
- 7, 12 и 14 - ходовые тележки машины и платформы;
- 8, 24 и 25 - рихтовочный и нивелировочный тросы-хорды;
- 9 - ПРУ;
- 10 и 17 - измерительный и контрольный датчики рихтовочной КИС;
- 11 - подбойки;
- 16 и 26 - маятниковые датчики уровня контрольной и нивелировочной систем;
- 18 и 20 - пневмоцилиндры натяжения нивелировочных тросов;
- 19, 21, 28 и 29 - контрольные и нивелировочные устройства;
- 22 и 23 - датчики продольного профиля;
- 27 - нивелировочно-рихтовочное измерительное устройство;
- a, b, c - плечи измерительной хорды рихтовочной КИС;
- 11, 12, 1 - плечи и длина

измерительной базы нивелировочной КИС;

L1, L2, L - плечи и длина корректировочной хорды; F_н, Df_н - текущая вертикальная неровность и сигнал на смещение пути в точке выправки

Сглаживающие свойства системы в продольном профиле характеризуются описанными в первой части пособия показателями, основным из которых является статический коэффициент сглаживания, его значение:

$$m_c = \frac{F_n}{\Delta f_n} = \frac{l}{l_1} \cdot \frac{L}{L_1}; \quad (1)$$

где F_н, Δf_н – отклонение передней точки корректировочной хорды на исходной неровности и отклонение положения хорды в точке выправки относительно отслеживаемой отметки (в общем случае с подъемкой);

l, L – длины главной и корректировочной хорд;

l₁, L₁ – задние плечи хорд.

Выправочная подъемка системой может быть реализована двумя способами:

- отслеживанием смещенного относительно исходного положения нулевой точки управления (сдвиг нуля управления);
- установкой переднего конца базового нивелировочного троса на высоту, соответствующую выправочной подъемке.

В основу управления выправкой положены следующие группы операций:

- выбор базового рельса. На прямом участке пути выбирается любой рельс, а в кривой – внутренний, относительно которого устанавливается продольный профиль;
- установка необходимой величины выправочной подъемки, гарантирующей сокрытие исходных неровностей;
- установка необходимой величины возвышения не базового рельса относительно базового

H_н - отклонение пути на исходной неровности от проектного положения;

h₂, h₃ - измерительная и контрольная проектные стрелы изгиба пути;

H₂, H₃ - изменения измерительной и контрольной стрел изгиба пути при наезде передней тележкой 1 на неровность H_н

Соотношение между стрелами изгиба, которое отслеживается в соответствии с формулой выправки ($h_2 = k h_3$, где k – постоянный для данной системы коэффициент, принимающий значение для конкретного приведенного соотношения отрезков хорды $k = 1,37$).

После отработки возникших в системе рассогласований ПРУ смещает РШР с проектной оси пути в новое положение на величину Δh₂, соответствующую необходимой компенсации для восстановления указанного выше соотношения. Это первая остаточная неровность.

Ее отношение к начальной неровности было определено как статический коэффициент сглаживания $m = H_n / \Delta h_2$. Для конкретных значений отрезков хорды $m = 6,59$.

При относительно небольших неровностях, если отсутствует смещение оси пути на большой длине, то при работе в четырехточечном режиме система обладает приемлемыми сглаживающими свойствами.

Производительность выправочно-подбивочной машины циклического действия, шп/ч:

$$\Pi_t = 3600 n_{шп} / T_{ц}, \quad (2)$$

где n_{шп} – число одновременно подбиваемых за цикл шпал;
T_ц – время рабочего цикла, с.

При теоретической производительности машины 1400 шп/ч время рабочего цикла должно составить 5,2 с.

Время цикла при автоматическом режиме определяется настройкой системы управления, а при ручном режиме – квалификацией и опытом персонала, условиями работы, состоянием машины и пути, организационными факторами и др.



Рис. 10.34. Диаграмма времени выполнения операций рабочего цикла выправочно-подбивочной машины циклического действия

Например, если известны:

$t_{\text{оп}}$, $t_{\text{т}}$, t_p – общее время выполнения операции, время разгона и торможения устройства рабочего оборудования, с;

L_y – расстояние перемещения устройства, м, принимая переходные режимы с постоянным ускорением и замедлением, установившаяся постоянная скорость движения устройства, м/с:

$$V_y = 2L_y / (2t_{\text{оп}} - t_p - t_{\text{т}}). \quad (3)$$

Ускорения, определяющие избыточные динамические силы в периоды разгона и торможения устройства рабочего оборудования, м/с²:

$$a_p = V_y / t_p \text{ – ускорение разгона;}$$

$$- a_t = V_y / t_t \text{ – ускорение торможения.}$$

Указанные силы, кН:

$$F_p = m_y a_p / 1000 \quad \text{и} \quad F_t = m_y a_t / 1000.$$

В зависимости от направления действия статических сил, динамические нагрузки могут с ними складываться или вычитаться.

Уплотнение балласта у торцов шпал производится виброплитами, которые располагаются на платформе и полностью унифицированы с аналогичными устройствами машины ВПР-02М.

Состав отчета:

Цель работы.

- 1 Основы управления выправкой
 - 2 Контрольно-измерительная система (КИС)
 - 3 Производительность выправочно-подбивочной машины циклического действия
- Контрольные вопросы

- 1 Назначение, общее устройство машины ВПР-1200.
- 2 Конструкция подбивочных блоков ВПР-1200.
- 3 Конструкция контрольно-измерительной системы ВПР-1200.

Лабораторная работа № 4

Динамический стабилизатор пути ДСП-С, ДСП-6С. Классификация. Технические параметры машин. Устройство рабочих органов. Определение производительности машин.

Цель работы: Закрепление теоретических знаний динамических стабилизаторах пути ДСП-С, ДСП-6С

Порядок выполнения:

1 Классификация.

2 Технические параметры машин.

3 Устройство рабочих органов.

4 Определение производительности машин.

Динамические стабилизаторы пути ДСП, МДС

В путевом хозяйстве применяются динамические стабилизаторы пути серий ДСП, ДСП-С (в т.ч. модификаций ДСП-С4 и ДСП-С6), МДС.

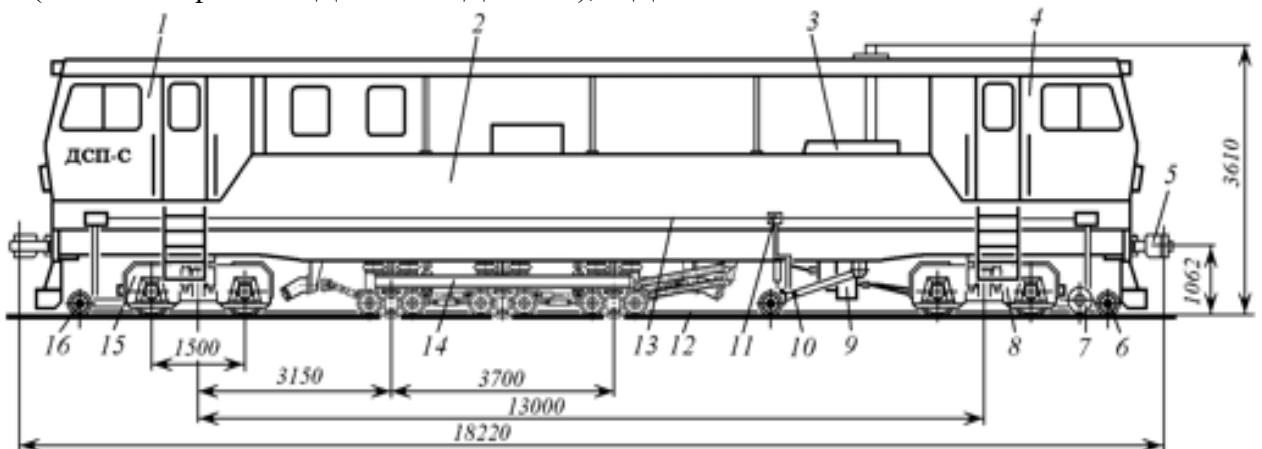


Рис. 10.74. Динамический стабилизатор пути ДСП-С:

1 и 4 – задняя и передняя кабины управления; 2 – рама; 3 – дизельный агрегат; 5 – автосцепки; 6, 10 и 16 – передняя, измерительная и задняя тележки КИС выправки пути; 7 – каток с датчиком пути; 8 и 15 – тяговая и бегунковая ходовые тележки; 9 – силовая передача; 11 – датчики продольного профиля; 12 – трос-хорда КИС плана пути; 13 – трос-хорды нивелировочной КИС; 14 – блок динамической стабилизации пути

Чтобы обеспечить соотношение частот горизонтальных и вертикальных вибраций $\omega_g / \omega_v = 1 / 2$ (рис. 10.78), соотношение числа зубьев колес 5 и 3 выбрано 2 / 1.

Соотношения фаз колебаний блоков и путевой решетки в горизонтальной и вертикальной плоскостях выбрано таким образом, чтобы получить вырожденные траектории колебаний, соответствующие наиболее эффективному уплотнению балласта. На рисунке показаны положения дебалансов со сдвигом по фазам колебаний последовательно в одну сторону: горизонтальных на $\pi / 4$, а вертикальных на $\pi / 2$. Это позволяет получить продольные формы колебаний путевой решетки в вертикальной плоскости, приближающиеся к получаемым при воздействии движущегося поезда, т.е. в виде бегущей волны, позволяющей чередовать нагружения и разгрузки слоя с большой частотой (скорость бегущей волны в м/с определяется по известной формуле $v_b = l_b f$, где l_b – длина волны, м; f – частота колебаний, Гц).

Для оценки осадки пути после работы ДСП-С или МДС необходимо производить два проезда:

один измерительный, а второй – рабочий проход машины.

При этом в измерительном проезде записываются стрелы изгиба пути h_{2ui} (рис. 10.80, а) а в рабочем проходе – стрелы изгиба h_{2pi} (рис. 10.80, б).

Кроме того, принимается, что измерительные точки 1 и 2 находятся на не выправленном пути. Поэтому стрела изгиба h_{2pi} , записываемая в рабочем проходе, содержит в себе информацию об исходном положении пути и о положении пути после работы ДСП. Это позволяет оценить текущее значение осадки пути в точке 3 хорды, имея информацию о стрелах изгиба в точке 2 по формуле, мм:

$$S_{3i} = (h_{2pi} - h_{2ui}) \cdot \frac{a + b}{b},$$

где a, b – плечи измерительной хорды, мм.

Соотношение $n = (a + b) / b$ – постоянный для КИС коэффициент, который заводится в режиме ввода констант. Для ДСП-С $n \sim 3,5$, для МДС при движении вперед $n \sim 3,4$, а при движении назад $n \sim 4,0$.

Уплотнение балластного основания рабочим органом динамического стабилизатора пути

Отдельно взятый виброблок ДСП совершает синусоидальные колебательные движения в горизонтальной и вертикальной плоскостях, причем частота вертикальных колебаний $\omega_v = 2\omega$, рад/с, в 2 раза превышает частоту горизонтальных колебаний $\omega_g = \omega$, рад/с, а вертикальные колебания отстают по их расчетной начальной фазе на угол $\pi/2$ от горизонтальных колебаний. Это эквивалентно опережению по начальной фазе горизонтальных колебаний на $\pi/4$ по отношению к вертикальным колебаниям.

Рассмотрим качественный характер процессов, происходящих при внедрении шпалы в балластный слой (рис. 1).

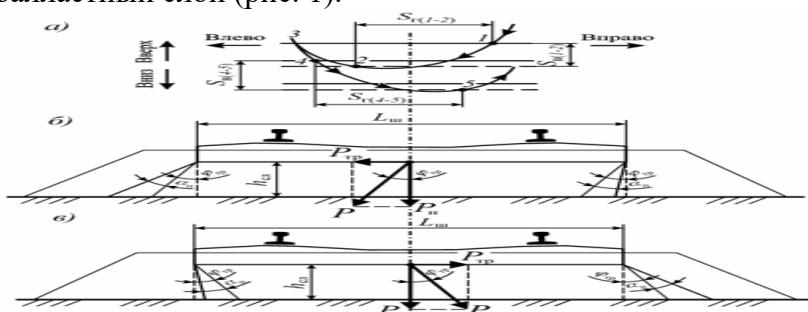


Рис. 1. Процесс погружения шпалы в балластный слой при динамической стабилизации пути:

а – траектория движения; б, в – силовое воздействие на балласт в одном цикле горизонтальных колебаний

При уплотнении происходит виброударное взаимодействие подошвы шпалы с уплотняемым балластом. Особенностью процесса является то, что в течение цикла горизонтальных колебаний сначала происходит косой удар справа – налево (б), а затем косой удар слева – направо (в). При отрывном режиме взаимодействия (а) поверхность шпалы в точке 1 ударяет по поверхности балласта, после чего балласт обжимается в вертикальном направлении на величину $S_b(1-2)$ до точки 2. В этой точке имеет место отрыв поверхности шпалы от балласта, после чего происходит упругая отдача балласта вверх.

После прохода крайней точки 3 траектории шпала движется вниз до удара в точке 4 с балластом. Происходит обжим балласта до точки 5 на величину $S_b(4-5)$, после которой шпала снова отрывается от балласта.

Одновременно с вертикальным обжимом подошва шпалы смещается сначала влево на величину $S_g(1-2)$, а затем вправо на величину $S_g(4-5)$.

При смещении шпалы в контакте подошвы и балласта возникает сила нормального давления P_n , а также сила трения P_{tr} (см. рис. 1, б, в). При вибрационном смещении шпалы влево сила трения, действующая на балласт, направлена влево, а при смещении

вправо – вправо. Результирующая сила воздействия P , направлена под углом трения ϕ_{tr} , к силе нормального давления.

Сила трения P_{tr} совершаєт работу на участках горизонтальных перемещений $Sg(1-2)$ и $Sg(4-5)$, а сила нормального давления P_n – на участках вертикальных перемещений $S_v(1-2)$ и $S_v(4-5)$. При расчете захватываемого вибрационным воздействием объема необходимо учитывать угол передачи давления в щебеночном балласте α_p

Состав отчета:

1 Конструкция и принцип действия рабочего оборудования стабилизатора ДСП-С.

Контрольные вопросы

1

Технические характеристики динамических стабилизаторов

2 Устройство и принцип действия динамических стабилизаторов пути

3 Устройство динамический стабилизатор пути серии ДСП-С

Лабораторная работа № 5

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ ОСНОВНЫХ РАБОТ В «ОКНО» КАПИТАЛЬНОГО РЕМОНТА ПУТИ

1 Характеристика пути

Участок пути двухпутный, электрифицированный. До ремонта верхнее строение пути – Р50, шпалы деревянные, эпюра шпал 1600 шт./км, балласт щебеночный, загрязненность более 30 %. После ремонта верхнего строения пути – Р65, шпалы деревянные, эпюра шпал 1600 шт./км, балласт щебеночный с загрязненностью менее 5 %.

2 Выбор комплекса путевых машин

Капитальный ремонт выполняется на новых материалах.

Основные работы капитального ремонта: смена рельсошпальной решетки (РШР) на новую и очистка щебеночного балластного слоя. Для выполнения основных работ в окно применяется комплекс машин:

- путеразборочный и путеукладочный поезд с кранами УК 25/9 для снятия и укладки звеньев РШР (количество машинистов 4 чел.);
- бульдозеры типа Т-160 для уборки оторвавшихся шпал и планировки балластного слоя после снятия РШР (количество машинистов 2 чел.);
- щебнеочистительные машины СЧ-600 с составом для засорителей для очистки щебеночного слоя (СЧ-600 – 3 маш., СЗ-240-6 – 3 маш.);
- два хоппер-дозаторных состава для выгрузки щебня (первый – для выправки пути; второй – в местах нехватки и на концы шпал, на каждом по 2 машиниста и 2 монтера пути);
- выправочно-подбивочно-отделочная машина ВПО-3000 для выполнения основной выправки пути (ВПО – 3 маш.);
- электробалластер ЭЛБ-3М для поднятия РШР на балласт (3 маш.);
- выправочно-подбивочно-рихтовочная машина ВПР-02 для выправки пути в местах препятствий и зарядке машины ВПО-3000 (3 маш.);
- динамический стабилизатор пути ДСП для стабилизации балластной призмы (2 маш.);
- планировщик балласта ПБ для отделки балластной призмы (3 маш.).

Условия производства работ

Объемы основных работ, подлежащие выполнению на 1,1 км пути:

- замена РШР – 1100 м;
- очистка щебеночного балласта от засорителей – 1000 м пути;
- укладка в пути нового щебеночного балласта – 600 м3.

Основные работы с применением путевых машин выполняются в основные «окна» продолжительностью до 6 часов.

Для обеспечения нормальной работы машин при подготовке участка удаляются препятствия, которые могут вызвать остановку или повреждение техники, за габарит рабочих органов, устраиваются места для заезда и съезда с пути землеройных машин. РШР снимается и укладывается звенями длиной 25 м путеукладочными кранами УК 25/9-18.

Очистка щебеночного балласта от засорителей производится машиной СЧ-600 с отгрузкой засорителей в специальный состав СЗ-240.

Выправка пути со сплошной подбивкой шпал выполняется:

- на участке замены РШР и очистки балласта машиной ВПО-3000;
- выправка в местах зарядки и разрядки ВПО-3000, в местах препятствий для ее работы и в местах отступлений по уровню после ее работы производится машиной ВПР-02.

Рихтовка пути выполняется:

- машиной ВПР-02 в объеме 25 % после чистки щебня от засорителей машиной СЧ-600;
- моторным гидравлическим рихтовщиком после укладки РШР в объеме 50 %.

Новый балласт доставляется на место работ и выгружается из хоппер-дозаторов.

Срезка и планировка балласта шпал производится бульдозерами.

Стабилизация пути и отделка балластной призмы производится ДСП и ПБ.

До закрытия перегона хозяйственные поезда сосредоточиваются на станции, ограничивающей перегон по ходу работ.

На перегон путевые машины и рабочие поезда отправляют, руководствуясь инструкцией по движению поездов и маневровой работе на железной дороге.

При выполнении работ по данному технологическому процессу необходимо соблюдать Правила технической эксплуатации железных дорог РФ,

Инструкцию по сигнализации на железных дорогах РФ, Инструкцию по движению поездов и маневровой работе на железных дорогах РФ, Инструкцию по обеспечению безопасности движения поездов при производстве путевых работ.

Определение необходимой продолжительности закрытия перегона («окна») для производства основных работ

Так как участок двухпутный, то «окна» предоставляются большой продолжительности.

Определяем время «окна» для длительно закрытого перегона

$$TO = t_1 \ t_2 \ t_3 \dots t_n, \quad (1)$$

где t_1 – время на оформление закрытия перегона и пробег машин к месту «окна», принимается 14 мин;

t_2 – время на разболчивание стыков и снятие накладок, равное 14 мин

(это время, когда снимаются болты на расстоянии, равном длине путеразборочного поезда плюс расстояние по технике безопасности 1ТБ).

Длина путеразборочного поезда

$$L_{RP} = n_{PL} \cdot l_{PL} + 3l_{PL} + n_{MPD} \cdot l_{MPD} + l_{UK} + l_{IT} + l_{IL}, \quad (2)$$

где n_{PL} – число четырехосных платформ,

$$n_{PL} = N_{zv} / m, \quad (3)$$

где N_{zv} – количество звеньев;

m – количество звеньев в пакете, принимается 6 штук (при Р65, и деревянных шпалах);
 l_{PL} – длина платформы, равная 14,5 м.

Используется 2 четырехосные платформы для погрузки на них пакета звеньев (длиной 25 м), так как длина 1 четырехосной платформы 14,5 м;

n_{MPD} – количество моторных платформ,

$$n_{MPD} = 0,1 \ n_{PL}, \quad (4)$$

lМПД – длина моторной платформы, равная 16 м;
 lУК – длина укладочного крана УК 25/9-18 с вынесенным звеном, равная 48,5 м или 0,05 км;

lТ –

длина турного вагона, в котором едут рабочие, равная 24,5 м;

lЛ – длина локомотива, равная 0,02 км.

Расстояние по технике безопасности lТБ принимаем равным 0,05÷0,1 км.

Время, за которое путеразборочный поезд снимет звенья РШР на данном фронте работ, принимается по формуле,

$$t_{РАЗБ} = N_{зв} M_{РАЗБ} K_0, \quad (5)$$

где МРАЗБ – техническая норма времени на снятие одного звена краном УК 25/9-18, (для Р65 и деревянных шпал составляет 1,7 мин/звено; железобетонных – 2,0 мин/звено); К0 – коэффициент увеличения времени работы путевых машин и поездов (работы прекращаются) в момент пропуска поезда по соседнему пути, принимается 1,25;

t3 – время между началом работы путеразборочного и путеукладочного поездов.

Определяется из расчета снятия первых 4 звеньев, для того чтобы планировщик балласта мог выполнить свою работу между этими поездами

$$t_3 = n_{СН} M_{РАЗБ} K_0, \quad (6)$$

tУКЛ – время укладки звеньев путеукладочным поездом на фронте работ,

$$t_{УКЛ} = N_{ЗВ} M_{УКЛ} K_0, \quad (7)$$

где МУКЛ – техническая норма времени на укладку одного звена краном УК 25/9-18 (для Р65, железобетонных шпал равна 2,4 мин/звено);

t4 – интервал времени между началом работы путеукладочного поезда и началом работы бригады по постановке накладок и сболчиванию стыков

$$t_4 = (L_{1УКЛ} l_{ТБ}) / l_{ЗВ} K_0 M_{УКЛ}, \quad (8)$$

где L1УКЛ- длина первой части путеукладочного крана

$$L_{1УКЛ} = (5-7) l_{ПЛ} + l_{УК}; \quad (9)$$

t5 – интервал времени между началом работы бригады по постановке на- кладок и началом работы по рихтовке пути и постановке на ось

$$t_5 = (l_{БР} l_{ТБ}) / l_{ЗВ} K_0 M_{УКЛ}. \quad (10)$$

t6 – интервал времени между началом работы бригады по рихтовке пути и началом работы СЧ-600, t6= t5= 12 мин;

t7 – время на зарядку СЧ-600, равное 30 мин;

t8 – время на очистку щебня

$$t_8 = L_{ФР} M_{СЧ-600} K_0, \quad (11)$$

где МСЧ-600 – техническая норма времени на очистку щебня на 1 км пути машиной СЧ-600 во время капитального ремонта, составляет 442,2 мин/км;

t9 – время на разрядку СЧ-600, равное ≈ 30 мин;

t10 – время между окончанием разрядки машины СЧ-600 и окончанием выгрузки щебня из первого хоппер-дозаторного состава

$$t_{10} = (11X_{ДВ} + l_{ТБ}) WB \quad M_{ХДВ} K_0, \quad (12)$$

где – 11ХДВ и 12ХДВ длина первого и второго хоппер-дозаторных составов для выгрузки щебня для выправочных работ и для выгрузки щебня в местах нехватки и на концах шпал

$$L_{1ХДВ} = (L_{ФР} WB / \omega_{ХДВ}) l_{ХДВ} + l_{ПЛ} + l_{Т},$$

$$L_{2ХДВ} = (L_{ФР} WH / \omega_{ХДВ}) l_{ХДВ} + l_{ПЛ} + l_{Т}. \quad (13)$$

где WB – объем щебня на 1 км для выправки, равный 600÷650 м³/км;

WH – объем щебня на 1 км для выгрузки в местах нехватки и на концах шпал, равный 300÷360 м³/км;

ωХДВ – объем 1-го хоппер-дозаторного вагона, 41 м³;

lХДВ – длина 1-го хоппер-дозаторного вагона, 12,5 м;

MХДВ – техническая норма времени на выгрузку 1 м³ щебня из хоппер-дозаторного вагона, равная 0,14 мин/м³; – время, за которое первый хоппер-дозаторный состав

выгрузит щебень на всем фронте работ для выправки пути,
 $t_{1B} = LFP WB MHDVK0$; (14)

t_{11} – время окончания подъемки пути на балласт электробалластером
ЭЛБ-3М,

$$t_{11} = (L\text{ЭЛБ} + t_{1B}) M\text{ВПО} K0. \quad (15)$$

где $L\text{ЭЛБ}$ – длина электробалластера, равная 0,07 км;
МВПО – техническая норма времени на выправку 1 км пути машиной ВПО-3000,
составляет 41 мин/км,

$$t_{BPO} = t_{VPO} LFP M\text{ВПО} K0. \quad (16)$$

Так как электробалластер работает быстрее, чем последующая машина ВПО-3000, то его
пускают в темпе машины ВПО-3000 для уменьшения времени «окна».

Все последующие машины ХДВ2 и ВПР-02 работают в темпе ВПО-3000. Их время работы
также равно t_{BPO} ;

t_{12} – время на окончание выправки пути машиной ВПО-3000,

$$t_{12} = (LBPO + t_{1B}) M\text{ВПО} K0 t_{zarBPO}, \quad (17)$$

где $LBPO$ – длина состава с машиной ВПО-3000, равная 0,0285 км;

t_{zarBPO} – время на зарядку машины ВПО-3000, 8 мин;

t_{13} – время на разрядку ВПО-3000, $t_{13} = t_{PAPR} = 8$ мин;

t_{14} – время на окончание выгрузки щебня из второго хоппер-дозаторного состава в
местах нехватки и на концы шпал

$$t_{14} = (L2XDB + t_{1B}) WH MHDVK0; \quad (18)$$

t_{15} – время на окончание выправки пути машиной ВПР-02,

$$t_{15} = (LBPR + t_{1B}) M\text{ВПР} K0 + t_{ZAPBPR}, \quad (19)$$

где $LBPR$ – длина машины ВПР-02, равная 0,0285 км;

t_{ZAPBPR} – время на зарядку машины ВПР-02, - 8 мин;

t_{16} – время на разрядку ВПР-02, $t_{16} = 6$ мин.

$$t_{17} = (LDSP + t_{1B}) M\text{ДСП} K0 + t_{ZARDSP}, \quad (20)$$

где $LDSP$ – длина динамического стабилизатора пути, 0,0183 км;

МДСП – техническая норма времени на стабилизацию 1 км пути машиной ДСП
(40,3 мин/км); t_{ZARDSP} – время на зарядку ДСП;

t_{18} – время на разрядку ДСП, $t_{18} = 4$ мин.

Время работы ДСП на фронте работ определяется как

$$t_{DSP} = LFP M\text{ДСП} K0; \quad (21)$$

t_{19} – время на окончание отделки пути быстроходным планировщиком балласта,

$$t_{19} = (LPB + t_{1B}) M\text{ПБ} K0, \quad (22)$$

где LPB – длина планировщика балласта, 0,0132 км;

МПБ – техническая норма времени на отделку 1 км пути быстроходным планировщиком
балласта ПБ (36 мин/км);

t_{20} – время на оформление открытия перегона (10÷20 мин).

Затем по формуле (1) определяется время «окна».

Состав отчета:

1 Основные работы капитального ремонта

2 Основные работы с применением путевых машин

3 Определение необходимой продолжительности закрытия перегона

Контрольные вопросы

1 Назовите комплексы машин применяемых при капитальном ремонте пути

2 Назовите основные работы при капитальном ремонте пути

Лабораторная работа № 6

Организация и технология работы поточных звеноразборочных линий. Машины для разборки рельсо-шпальной решетки. Классификация. Технические параметры машин. Производительность машин.

Цель работы: Закрепление теоретических знаний основы расчета параметров звено-разборочных линий

Порядок выполнения

1 Основные (характеризующие деятельность) работы производственных баз:

2 Разборка и ремонт звеньев РШР и ремонт ее элементов.

3 Звеноразборочные линии для деревянных шпал

Линии разборки звеньев на деревянных шпалах ЗРЛ и ЗРЛ-150

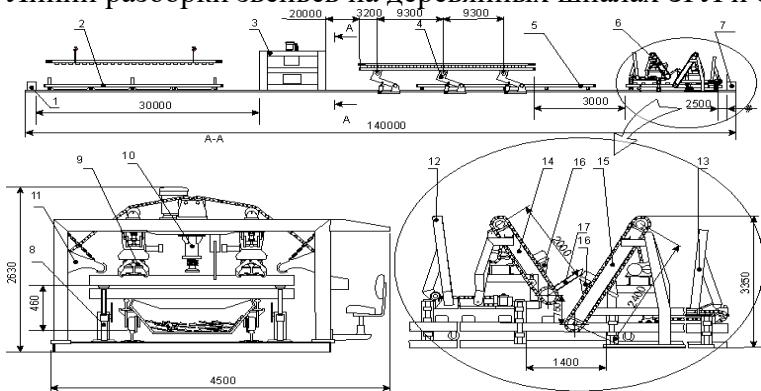


Рис. 1 Технологическая схема линии разборки звеньев на деревянных шпалах ЗРЛ

Структурная схема линии ЗРЛ приведена на рис. 1, техническая характеристика – в табл.

1

Таблица 1- Техническая характеристика линии ЗРЛ

Производительность	м/час	90
Длина участка пути под монтаж линии	м	130
Привод рабочих органов	Электро- гидравлический	.
Установленная мощность электродвигателей	кВт	26
Номинальное давление гидросистемы	МПа	5,0
Грузоподъемное оборудование линии	2 козловых крана	5т
Обслуживающий персонал	чел.	10
Общая масса линии	т	17,76

Линия ЗРЛ монтируется на рельсовом пути базы длиной 130 м и состоит из транспортной тележки, агрегата расшивки, перегружателя, шпальной тележки, сортировщика шпал и двух тяговых лебедок. Транспортная тележка служит для приема разбиаемого звена и перемещения его в агрегат расшивки. Шпальная тележка предназначена для перемещения шпал и рельсов разобранного звена из перегружателя и для подачи шпал в сортировщик.

Основы расчета параметров звено-разборочных линий

1 Компоновочные расчеты производственных баз

Количество машино-смен, необходимых для выполнения годового объема работ ПМС по сборке РШР при наличии звеносборочной линии

$$N_{MC} = \frac{10^{-3} W_g}{\pi n_{PV} n_{TII} t_{CM}}, \quad (1)$$

где W_{Γ} – потребный годовой объем сборки РШР, км;

Π_{Φ} – расчетная (при условии бесперебойной работы) производительность звенособорочной линии, м/ч.;

$\eta_{\text{рв}}$ – коэффициент использования рабочего времени, для постоянных баз, оснащенных козловыми кранами при наличии стационарных источников электрической энергии, принимается от 0,8 до 0,9;

– показатель технического использования технологической линии, для серийно выпускаемых звенособорочных и звеноразборочных линий принимается от 0,8 до 0,9; $t_{\text{СМ}} = 8$ ч./см.

$t_{\text{СМ}}$ – продолжительность рабочей смены.

Производительность разборочной линии за календарный срок работ (дней) при работе в одну смену, м.

$$W = \Pi_{\Phi} (1 - K_{\text{НР}}) D_K , \quad (2)$$

где $\Pi_{\Phi} = \Pi_{\text{р}} \eta_{\text{рв}} \eta_{\text{ти}} t_{\text{СМ}}$ – фактическая сменная производительность линии, м;

$K_{\text{НР}}$ – коэффициент учета нерабочих дней (выходные, праздничные, неблагоприятные погодные условия), принимается $0,3 \div 0,33$.

Коэффициент сменности (среднее количество рабочих смен в сутки)

$$K_C = \frac{W_{\Gamma}}{\Pi_{\Phi} (1 - K_{\text{НР}}) D_K} . \quad (3)$$

Виды подъемно-транспортного оборудования производственной базы ПМС выбираются исходя из:

массо-габаритных характеристик грузов и требований к их складированию; требований к минимизации простоя подвижного состава под грузовыми операциями при неравномерности поступления материалов и ограниченных размерах грузового фронта; типов звено-разборочных линий и производственной базы; объемов работ.

Расчетное количество машино-смен кранов:

$$N_K = n_{\text{л}} N_{MC} + m W_{\Gamma} , \quad (4)$$

где $n_{\text{л}}$ – количество кранов, занятых непосредственным обслуживанием линии (как правило, $n_{\text{л}} = 2$);

m – количество машино-смен крана, потребных для вспомогательных операций (выгрузка – погрузка материалов, звеньев и т.д.), на 1 км РШР, для разборки $m = 2,34$.

Потребное количество кранов

$$n = \frac{N_K}{[N_K]_H} , \quad (5)$$

где $[N_K]_H$ – нормативный фонд рабочего времени крана, для применяемых козловых кранов типа КПБ-10У – 300 машино-смен.

Размеры штабелей грузов определяются с учетом:

технологических требований, типа склада, характеристиками погрузочно-разгрузочных машин, требованиями техники безопасности.

Технологические зоны участка разборки РШР:
 складирования старогодных рельсов;
 размещения звеноразборочной линии;
 оборудования для сортировки и складирования скреплений;
 складирования РШР;
 складирования непригодных к ремонту шпал и шпал, предназначенных для ремонта.

Складирование рельсов на производственных базах ПМС ведется штабелями на спланированную площадку с установкой поперечных прокладок-слег из отрезков старогодных рельсов;
 рельсы укладываются на подошву рядами, число которых по высоте зависит от типа склада и конструкции грузозахватных приспособлений (но не более 11 – 12 рядов);

$$n = (A + \Delta)/(a + \Delta),$$

количество рельсов в нижнем ряду
 где А – допустимая ширина площадки для штабеля, м;
 а – ширина подошвы рельса, м;

$\Delta = 0,01$ м – средний зазор между кромками подошв соседних рельсов; в каждом последующем ряде n уменьшается на 2;

$$L_1 = m(l_p + b),$$

где $m = 2 \times 10^{-3} W/l_p n$ – количество штабелей рельсов;

$l_p = 25$ м – длина рельсов; n – количество рельсов в штабеле;

$b = 2$ м – расстояние между штабелями.

Склады скреплений размещаются, как правило, под консолью крана; детали скреплений размещаются в стационарном бункере, ширина которого принимается конструктивно с учетом выполнения погрузки-разгрузки магнитной плитой.

$$L_2 = \sum_{i=1}^n l_i$$

Длина участка складирования скреплений, м,

где $l_i = G_i / (7,8 K_i S)$ – длина i -й секции складирования элементов;

G_i – масса элементов складирования i -го типа, т;

K_i – коэффициент заполнения бункера элементами складирования i -го типа,

рекомендуется принимать $K_i = 0,7$ 0,85;

S – площадь сечения бункера, м²;

7,8 (т/м³) – плотность стали;

n – количество складируемых элементов. При размещении бункера скреплений в подконсольной зоне крана необходимо соблюдать условие $A \leq 2(a - b)$,

где А – ширина бункера, м;

а – вылет консоли крана ($a = 4,2$ м);

$b = 1,33$ м – расстояние от оси рельса подкранового пути до стенки бункера;

при использовании козловых кранов КПБ-10У $A \leq 5,74$ м.

Размеры складирования РШР зоны зависят от количества складируемой РШР (м)

$$W = \alpha Q_\Gamma / 100\%,$$

где – годовой грузопоток звеньев РШР, м;

Q_Γ – процент РШР, единовременно складируемой на базе (участок разборки – 10%),.

Протяженность склада РШР, м:

$$L = m((l + a) + (a_1 - 1)/m_1) - a_1 \quad , (6)$$

где $m = W/n_3 lk$ – число штабелей;

n_3 – количество звеньев в штабеле, шт.;

k – количество рядов штабелей вдоль склада, шт.;

l – длина звена РШР, м;

a – расстояние между штабелями звеньев (1÷2 м);

a_1 – противопожарный разрыв (для РШР на деревянных шпалах – 10 м.);

m_1 – количество штабелей, после которых предусматривается противопожарный разрыв (для РШР на деревянных шпалах – 3,

Штабель шпал формируется из пакетов (при использовании кранов грузоподъемностью 10 т количество деревянных шпал в пакете –100 -110 шт.);

длина штабеля $l_{шт}$ принимается в пределах 25 м,

высота H – до 3 м; разрывы между штабелями b – 2 м, а через каждые 3 (m_1)

штабеля –противопожарный разрыв b_1 – 10 м.

Протяженность зоны шпал, м:

$$L_{ш} = m((l_{шт} + b) + (b_1 - b)/m_1) - b_1 \quad , (7)$$

где $m = 10^{-3} Wn / \beta H l_{шт}$ – количество шпал на 1 км РШР;

$\beta = 20$ шпал/м – коэффициент заполнения продольного сечения штабеля.

Состав отчета:

1 Цель работы. Основы расчета параметров звено-разборочных линий

2 Складирование рельсов на производственных базах

3 Технологические зоны участка разборки РШР

4 Виды подъемно-транспортного оборудования производственной базы ПМС

5 Производительность разборочной линии.

Контрольные вопросы

1 Классификация машин для разборки рельсошпальной решетки.

2 Устройство и работа звено-разборочной линии.

3 Виды подъемно-транспортного оборудования производственной базы

КОНТРОЛЬ

После окончания лабораторных работ представляются результаты в виде отчёта по данной работе. В конце учебного семестра проводится защита работ. Критерии оценивания

Полнота выполнения внеаудиторной самостоятельной работы характеризует качества знаний студентов и оценивается по пятибалльной системе:

"Отлично"

- задание выполнено полностью;

- материал оформлен в соответствии с требованиями;

- четкое и обоснованное изложение ответа.

"Хорошо"

- задание выполнено полностью;
- в целом материал оформлен в соответствии с требованиями, но могут быть незначительные отклонения от требований;
- не совсем четкое и обоснованное изложение ответа.

"Удовлетворительно"

- задание выполнено не полностью;
- оформление материала не соответствует требованиям;
- изложение ответа краткое и содержит некоторые неточности.

"Неудовлетворительно"

- письменное задание не выполнено.

Список использованных источников

Основная учебная литература:

1. Куликов, О.Н. Машины и механизмы для ремонтных и строительных работ. Часть 1. Путевой инструмент: учебное пособие / О. Н. Куликов. — Москва: УМЦ ЖДТ, 2022. — 216 с. — 978-5-907479-36-4. — Текст: электронный // УМЦ ЖДТ: электронная библиотека. — URL: <https://umczdt.ru/books/1195/260747/> (дата обращения 09.06.2023).

Дополнительная учебная литература :

1. Меринов, А.И. ПМ 02 Строительство железных дорог, ремонт и текущее содержание железнодорожного пути МДК 02.03 Машины, механизмы ремонтных и строительных работ : методическое пособие / А. И. Меринов. — Москва : ФГБУ ДПО «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2019. — 40 с. — Текст : электронный // УМЦ ЖДТ : электронная библиотека. — URL: <https://umczdt.ru/books/1257/234838/> (дата обращения 21.06.2023).

Отечественные журналы:

- 1.«Путь и путевое хозяйство».
2. «Железнодорожный транспорт»

Электронные ресурсы:

1. «Транспорт России» (еженедельная газета) <http://www.transportrussia.ru>
2. «Железнодорожный транспорт» (журнал) <http://www.zdt-magazine.ru/redact/redak.htm>
3. «Гудок»(газета). <http://www.onlinegazeta.info/gazeta> goodok.htm
- 4.Сайт Министерства транспорта РФ: www.mintrans.ru/
- 5.Сайт ОАО «РЖД»: www.rzd.ru/