

Государственное образовательное учреждение
высшего образования
“ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ”

Кафедра "Железнодорожный путь"

ПУТИ СООБЩЕНИЯ

Методические указания
для курсовой работы

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2018

1. ЗАДАНИЕ НА КУРСОВУЮ РАБОТУ

1.1. Общие положения

По дисциплине «Пути сообщения» выполняется курсовая работа. Курсовая работа разрабатывается обучающимся на основании задаваемых исходных данных. Работа состоит из пояснительной записки и прилагаемых чертежей и схем (графической части). Текст записки и чертежи должны быть оформлены в соответствии с ГОСТом и ЕСКД.

В методических указаниях по каждому разделу работы изложены принципы проектирования, приведены необходимые расчетные формулы и схемы. В приложениях даны необходимые справочные материалы. Рекомендуемая для выполнения курсовой работы дополнительная литература указана в библиографическом списке.

Курсовая работа состоит из трех частей.

Рекомендуется следующее содержание (структура) пояснительной записки:

Введение

Часть 1. Расчет и проектирование эпюры одиночного обыкновенного стрелочного перевода.

- 1.1. Определение размеров крестовины
- 1.2. Определение радиуса острья и переводной кривой
- 1.3. Определение размеров стрелки
- 1.4. Определение основных и осевых размеров стрелочного перевода
- 1.5. Определение длин рельсов, входящих в стрелочный перевод
- 1.6. Компонировка эпюры стрелочного перевода

Часть 2. Определение необходимой продолжительности «окна» для производства основных работ и фронта по глубокой очистке балласта при усиленном капитальном ремонте пути.

- 2.1. Определение продолжительности «окна» по замене рельсошпальной решетки
- 2.2. Определение фронта основных работ по глубокой очистке балласта
- 2.3. Определение количества рабочих для производства основных работ в «окно», выполняемых с помощью механизированного инструмента

Часть 3. Проектирование мероприятий по снегоборьбе на крупной станции

- 3.1. Установление очередности очистки путей и стрелочных переводов
- 3.2. Вычисление объема снега, подлежащего уборке
- 3.3. Выбор способов очистки и вывозки снега
- 3.4. Определение затрат по снегоборьбе на станции

Заключение

Литература

Приложения:

- I Эпюра стрелочного перевода в масштабе 1:50 или 1:100 с указанием основных размеров
- II График основных работ в «окно» по замене рельсошпальной решетки
- III График основных работ в «окно» по очистке балласта
- IV Схема станции с указанием очередности и способов очистки путей и вывозки снега.

1.2. Оформление курсовой работы

Структура пояснительной записки: титульный лист, задание, содержание, введение, разделы работы, заключение, список литературы, приложения, страница для замечаний. Текст записки должен быть выполнен технически и литературно грамотно, иметь правильную терминологию, обозначения, единицы измерения, знаки препинания, ссылки на литературные источники и т.д.

Пояснительная записка оформляется на стандартных листах бумаги формата А4 (210x297 мм) рукописным или машинописным способом. При оформлении рукописным способом на каждом листе вычерчивается рамка, определяемая размерами полей: сверху, справа и снизу – 5 мм, слева – 20 мм. При оформлении машинописным способом никаких рамок чертить не требуется, текст печатается в пределах рабочего поля, границы которого отстоят от краев листа слева на 30 мм, справа на 10 мм, сверху на 15 мм, снизу на 20 мм.

Нумерация страниц начинается с титульного листа, однако при этом сами номера не ставятся: на титульном листе; на листах исходных данных; на листе содержания. Номера страниц проставляются в правом верхнем углу листа.

Все разделы начинаются с нового листа, при этом их названия пишутся крупными (заглавными) буквами. Подразделы оформляются без оставления пустых участков на листе, при этом их названия пишутся прописными (обычными) буквами. Расстояние между заголовками и последующим текстом – 10 мм (одна пустая строка).

2 РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭПЮРЫ ОДИНОЧНОГО ОБЫКНОВЕННОГО СТРЕЛОЧНОГО ПЕРЕВОДА

2.1. Основные положения

При проектировании стрелочных переводов возможны различные случаи постановки задачи, что обуславливает различные варианты исходных данных. В настоящих указаниях принят один из наиболее

простых и распространенных вариантов этих данных, когда заданы тип рельса, марка и конструкция крестовины, тип остряка (выбран вариант криволинейного остряка пониженного профиля) со стандартным шагом.

Для упрощения расчетов принято, что радиус остряка R_0 равен радиусу переводной кривой R , хотя в стрелочных переводах, выпускаемых промышленностью, как правило, R_0 делают большее R , а в ряде конструкций остряк очерчен по кривой, составленной несколькими радиусами. Схема одиночного обыкновенного стрелочного перевода приведена на рис.2.1. Принятые обозначения величин и размеров взяты из [2].

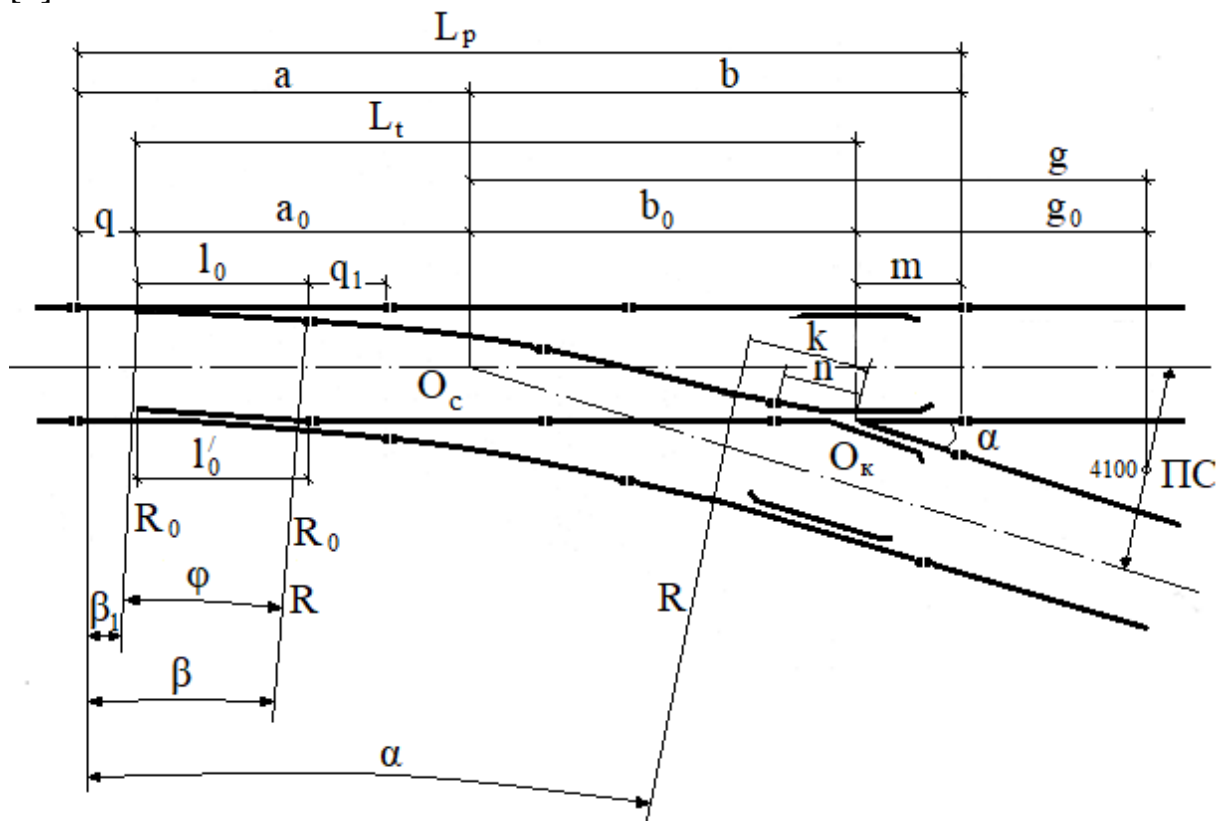


Рис. 2.1. Схема одиночного обыкновенного стрелочного перевода:

M – марка крестовины, равная $\operatorname{tg}\alpha$; α – угол крестовины; β_1 – начальный угол остряка между касательной к рабочей грани остряка у его острия и рамным рельсом; β – полный стрелочный угол между касательной к рабочей грани остряка в его корне и рамным рельсом; φ – угол поворота остряка, соответствующий его дуге; R_0 – радиус остряка; m – хвостовая часть крестовины; n – передняя часть крестовины; k – прямая вставка от конца переводной кривой до математического центра крестовины O_k ; q – передний выступ рамного рельса; q_1 – задний выступ рамного рельса; l_0 – длина криволинейного остряка; l'_0 – проекция остряка на прямое направление; L_t – теоретическая длина стрелочного перевода; L_p – полная длина стрелочного перевода; a_0 , b_0 , a , b – осевые размеры; g_0 , g – расстояния до предельного столбика соответственно от математического центра крестовины O_k и до центра перевода O_c .

Для построения эпюры стрелочного перевода необходимо определить:

- 1) геометрические размеры крестовины;
- 2) радиус остряка и переводной кривой;
- 3) геометрические размеры стрелки;
- 4) основные и осевые размеры стрелочного перевода;
- 5) длины рельсов, входящих в стрелочный перевод;
- 6) местоположение стрелочных брусьев под переводом, т.е. произвести компоновку эпюры стрелочного перевода.

Все расчеты выполняются с точностью до 1 мм, что требует применения значений тригонометрических функций с мантиссой не менее шести знаков; значение постоянной π также берется с точностью до шестого знака: 3,141593. Когда в результате расчетов искомые размеры получают с точностью до долей миллиметра, следует ограничиться точностью до 1 мм, округлив и отбросив всю дробную часть.

2.2. Определение размеров крестовины

Расчет начинают с определения крестовинного угла по заданной марке крестовины.

Если $M = \frac{1}{N} = \operatorname{tg} \alpha$, то

$$\alpha = \operatorname{arctg} \left(\frac{1}{N} \right), \quad (2.1)$$

где $1/N$ – значение марки крестовины

Чтобы найти α , нужно величину $\operatorname{tg} \alpha$ выразить в виде десятичной дроби с точностью до шестого знака. Затем по таблицам тригонометрических функций (прилож. 1) найти, какому углу соответствует значение M равно $\operatorname{tg} \alpha$. После этого из таблицы (из той же строки) берут все значения функции угла α , т.е. $\sin \alpha$, $\cos \alpha$, а также в строке, соответствующей углу $\alpha/2$, находят $\sin \alpha/2$, $\cos \alpha/2$, $\operatorname{tg} \alpha/2$ (прилож. 1).

Расчёт крестовины сводится к определению минимальных размеров хвостовой – m и передней – n частей (рис. 2.2), которые вычисляют в зависимости от конструкции крестовины, указанной в задании.

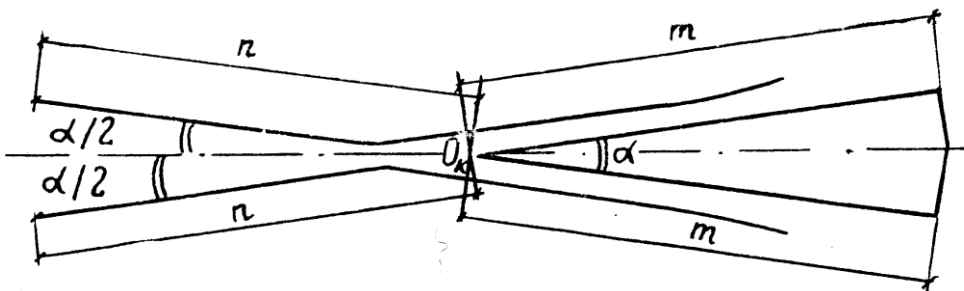


Рис. 2.2. Расчетная схема крестовины

Сначала определяют так называемые теоретические размеры n_m и m_m . Минимальный *передний вылет сборной крестовины* (n_m) определяют по формуле:

$$n_m = \frac{B - b_z + 2v}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} + \frac{l_n}{2} - x, \quad (2.2)$$

где B – ширина подошвы рельса, мм (табл. 2.1);
 b_z – ширина головки рельса, мм (табл. 2.1);
 $2v$ – расстояние между подошвами усовых рельсов, обеспечивающее постановку первого болта, мм (табл. 2.1);
 l_n – длина стыковой накладке, мм (табл. 2.1);
 x – расстояние от конца накладки до оси первого болтового отверстия, мм (табл. 2.1).

Минимальный *передний вылет цельнолитой крестовины* (n_m) определяют по формуле:

$$n_m = \frac{t_z}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} + \frac{l_n}{2}, \quad (2.3)$$

где t_z – ширина желоба в горле крестовины, мм (табл. 2.1).

Значения указанных величин для расчета крестовин типа Р50, Р65 и Р75 приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Тип крестовины	B , мм	b_z , мм	$2v$, мм	l_n , мм	x , мм	c , мм	t_z , мм
1	2	3	3	4	5	6	6
Р75	150	75	181	800	80	420	64
Р65	150	75	173	800	80	420	64
Р50	132	70	185	820	50	440	62

Минимальный *задний вылет сборной и цельнолитой крестовины* (m_m) одинаковый и определяется по формуле:

$$m_m = \frac{B + b_z + 5}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}}, \quad (2.4)$$

Обозначения в формуле (2.4) те же, что в формуле (2.2).

Полная теоретическая длина крестовины равна:

$$l_k^m = n_m + m_m, \quad (2.5)$$

Практическая длина передней n , хвостовой m частей и крестовины в целом l_k определяется из условия раскладки брусьев, при которой, как правило, приходится удлинять переднюю или хвостовую часть крестовины.

Раскладку брусьев целесообразно вести с пролётом, равным $\approx 0,9$ пролёта между шпалами на перегоне. Последний же зависит от эпюры шпал, т.е. от их количества на 1 км. При рельсах Р50, Р65 и Р75 эпюра шпал на перегоне в прямых участках пути составляет 1840 шт. на 1 км, что соответствует пролёту 546 мм. Пролёты под стрелочным переводом следует проектировать по возможности кратными 100, 50, 10 или 5 мм, т.е. порядка 500-550 мм.

Брусья укладываются перпендикулярно к биссектрисе крестовинного угла α на протяжении всей длины крестовины.

Прежде всего нужно узнать расстояние AB между крайними стыковыми брусьями (рис. 2.3) по прямому направлению:

$$AB = (m_m + n_m) - c, \quad (2.6)$$

где c – стыковой пролёт (его величина стандартная и зависит от типа рельса (табл. 2.1));

δ_k – зазор в стыках крестовины. Для современных типов крестовин с рельсами Р50, Р65 и Р75 $\delta_k = 0$.

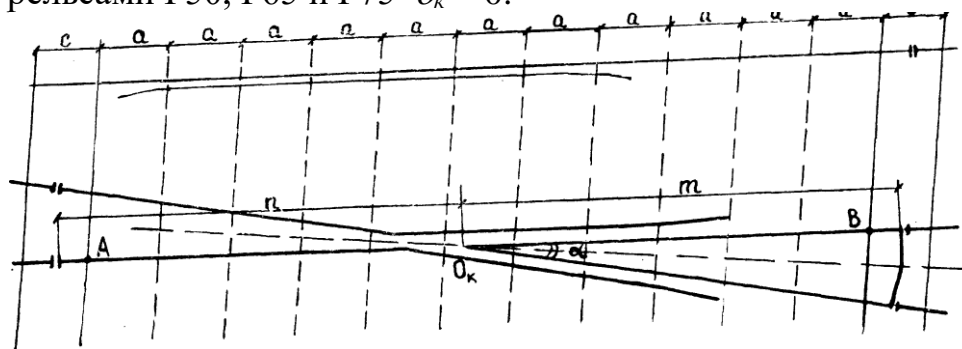


Рис. 2.3. Схема раскладки брусьев под крестовиной

Тогда AB набирается целым числом n_k пролётов, кратных хотя бы 10 мм или в крайнем случае – 5 мм, при этом добавка Δ в AB , необходимая для раскладки брусьев, составит:

$$\Delta = n_k \cdot a - AB, \quad (2.7)$$

где a – принятый при раскладке брусьев пролёт (500-550 мм).

Величина Δ чаще добавляется к теоретической длине передней части крестовины. Тогда практическая длина ее составит:

$$n_{np} = n_m + \Delta, \quad (2.8)$$

Практическая длина хвостовой части в этом случае:

$$m_{np} = m_m, \quad (2.9)$$

Если же добавка Δ добавляется в хвостовую часть, то в этом случае:

$$n_{np} = n_m \quad \text{и} \quad m_{np} = m_m + \Delta, \quad (2.10)$$

В дальнейшем в расчётах будут использоваться только практические значения m_{np} и n_{np} , поэтому для упрощения они будут обозначаться без индексов – m и n .

Полная практическая длина крестовины:

$$l_k = n + m, \quad (2.11)$$

Перед математическим центром крестовины O_k (см. рис. 2.1) прямой участок k (прямая вставка) по боковому пути должен заходить за передний стык крестовины не менее чем на половину длины стыковой накладки.

Тогда величина минимальной прямой вставки составит:

$$k \geq n + \frac{l_n}{2}, \quad (2.12)$$

2.3. Определение радиуса острька и переводной кривой

Учитывая, что радиусы острька и переводной кривой приняты одинаковыми ($R_0 = R$), величину R определим из уравнения, связывающего основные геометрические размеры стрелочного перевода:

$$S_0 = R(\cos \beta_1 - \cos \alpha) + k \cdot \sin \alpha, \quad (2.13)$$

где S_0 – ширина колеи в крестовине, равная 1520 мм.

Это уравнение получается проектированием криволинейного контура упорной нити $ABKO_k$ (рис. 2.1) на вертикальную ось.

Отсюда:

$$R = \frac{S_0 - k \cdot \sin \alpha}{\cos \beta_1 - \cos \alpha}, \quad (2.14)$$

2.4. Определение размеров стрелки

Расчет размеров стрелки сводится к определению длины острька и рамного рельса, под которым раскладывают также брусся.

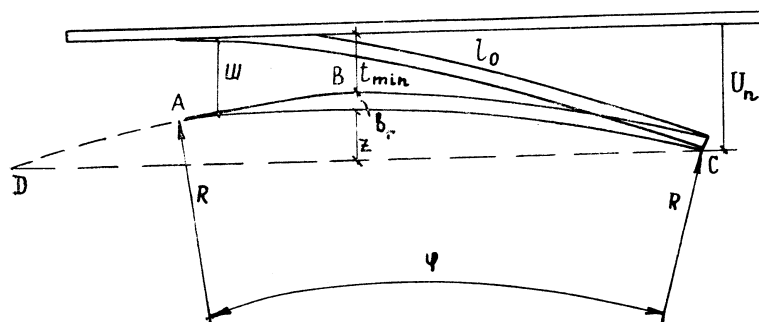


Рис. 2.4. Схема примыкания остряка к рамному рельсу
 Длина криволинейного остряка из рис. 2.4. равна:

$$l_0 = \frac{\pi \cdot R \cdot \varphi}{180}, \quad (2.15)$$

где

$$\varphi = \beta - \beta_1, \quad (2.16)$$

В свою очередь

$$\beta = \arccos\left(\cos \beta_1 - \frac{u_n}{R}\right), \quad (2.17)$$

где U_n – расстояние между рабочей гранью рамного рельса и рабочей гранью остряка в его корне.

Из рис. 2.4 следует, что

$$U_n = t_{\min} + b_2 + z, \quad (2.18)$$

где t_{\min} – ширина желоба для свободного прохода колёсной пары с минимальной насадкой, принимается ≈ 67 мм;

b_2 – ширина головки острякового рельса; принимается равной ширине головки рельса соответствующего типа;

z – стрелка дуги радиусом R образуемой криволинейным остряком и его продолжением до точки D , лежащей на хорде CD ; эта хорда стягивает дугу $DABC$ и проходит параллельно рамному рельсу.

Величина z по методике Е.К. Смыкова определяется для различных радиусов остряка из условия пропорциональности:

$$\frac{z_c}{R_c} = \frac{z}{R}, \quad (2.19)$$

где z_c , R_c , z , R – величины стрелок и радиус соответственно для существующего и проектируемого переводов.

В интервале радиусов от 300 до 1500 м z изменяется линейно, пропорционально радиусу в пределах от 13 до 65 мм. При больших радиусах (более 1500 м) следует принимать максимальную величину 65 мм, при величинах менее 300 м – 13 мм.

Длина прямого остряка принимается равной проекции криволинейного остряка на рамный рельс:

$$l_{on} = l'_0 = R(\sin \beta - \sin \beta_1), \quad (2.20)$$

Длина рамного рельса $l_{p.p.}$ определяется (рис. 2.5) как сумма трёх его отрезков, а именно переднего выступа q , проекции остряка на рамный рельс l'_0 и заднего выступа q_1 :

$$l_{p.p.} = q + l'_0 + q_1, \quad (2.21)$$

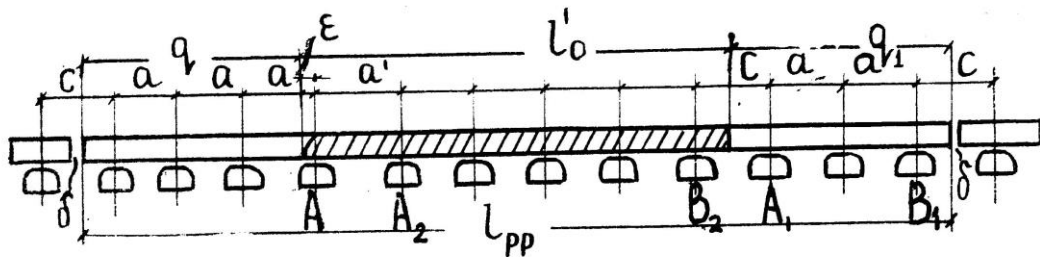


Рис. 2.5 Схема раскладки брусьев под рамным рельсом

Передний выступ рамного рельса определяют из условия раскладки брусьев:

$$q = \frac{c - \delta}{2} + n_1 a - \varepsilon, \quad (2.22)$$

где δ – стыковой зазор, равный 8-10 мм;

n_1 – количество пролётов величиной a , принимаемое от 3 до 9;

ε – забег остряка за ось флюгарочного брусья A , равный, как правило, 41 мм.

Задний выступ также определяется из условия раскладки брусьев:

$$q_1 = c + n_2 a, \quad (2.23)$$

где n_2 – количество пролетов величиной a , принимается от 2 до 5.

Под остряком брусья раскладываются по возможности со стандартными принятыми пролетами a , кроме флюгарочного пролета a' , который берется обычно в пределах 600-650 мм.

Расстояние

$$A_2 B_2 = l'_0 - 41 - a' - \frac{c}{2}, \quad (1.24)$$

набирается пролетами, часть которых также не удастся принять стандартными.

Стыки во всех случаях следует устраивать на весу в стандартном пролете c (см. табл. 2.1).

Таким образом, переводные брусья раскладываются по расчету на протяжении всей стрелки (под рамным рельсом) и под крестовиной.

2.5. Определение основных и осевых размеров стрелочного перевода

К основным размерам относят теоретическую длину L_t и полную (практическую) длину стрелочного перевода L_p .

Осевыми размерами принято считать расстояния от центра перевода (рис. 2.1) до: острия пера острияков – a_o ; конца рамного рельса – a ; математического центра крестовины – b_o ; конца хвостовой части крестовины – b .

Теоретическая длина стрелочного перевода определяется в общем случае, когда радиус острияка R_o не равен радиусу переводной кривой R , по формуле:

$$L_t = R_o(\sin \beta - \sin \beta_1) + R(\sin \alpha - \sin \beta) + k \cdot \cos \alpha, \quad (2.25)$$

В нашем случае, при $R_o = R$ формула упрощается:

$$L_t = R \cdot (\sin \alpha - \sin \beta_1) + k \cdot \cos \alpha, \quad (2.26)$$

Полная длина стрелочного перевода равна:

$$L_p = L_t + q + m, \quad (2.27)$$

Осевые размеры определяются по формулам:

$$b_o = \frac{S_o}{2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}} \approx S_o \cdot N, \quad (2.28)$$

$$a_o = L_t - b_o, \quad (2.29)$$

$$b = b_o + m, \quad (2.30)$$

$$a = a_o + q, \quad (2.31)$$

Отсюда следует, что $L_p = a + b$.

Расстояния g_o и g , определяющие местоположение предельного столбика¹ (рис. 2.1), находится по формулам:

$$g_o = 2580 \cdot N, \quad (2.32)$$

$$g = 4100 \cdot N, \quad (2.33)$$

где N – знаменатель марки крестовины.

2.6. Определение длин рельсов, входящих в стрелочный перевод

При расчёте стрелочного перевода определяют длины рельсов l_2, l_4, l_6 и l_8 (прилож. 2).

¹ – предельный столбик ставится в междупутье, где его величина достигает 4100 мм.

Длины рельсов l_1, l_3, l_5, l_7 принимают стандартными, равными 12,5 м, или (при пологих марках крестовин) 25,0 м.

Искомые размеры рельсов определяют по следующим формулам:

$$l_2 = L_p - l_{pp} - l_1 - 2\delta, \quad (2.34)$$

$$l_4 = \frac{\pi \cdot \left(R + \frac{b_z}{2} \right) \cdot (\alpha - \beta)}{180} + k - l_3 - 2\delta - n, \quad (2.35)$$

$$l_6 = L_t - l'_0 - n - l_5 - 2\delta, \quad (2.36)$$

$$l_8 = q - S_{оотр} \cdot \operatorname{tg} \beta_1 + \frac{\pi \cdot \left(R - S_k - \frac{b_z}{2} \right) \cdot (\alpha - \beta_1)}{180} + k + m - l_{pp} - l_7 - 2\delta, \quad (2.37)$$

где S_k – ширина колеи в пределах переводной кривой, принимаемая по ПТЭ в зависимости от радиуса переводной кривой R ;

$S_{оотр}$ – ширина колеи в начале острьяков, обычно равная 1524-1528 мм.

Если размеры рельсов получаются менее 4,5 м (а иногда даже отрицательные), следует лежащие перед ними нечётные (стандартной величины 12,5 или 25,0 м) рельсы принять меньшей длины. Если они были взяты 25,0 м, то их принимают по 12,5 м; если же они были равны 12,5 м, их также делят пополам по 6,25 м.

Иногда при крутых марках крестовин (1/7, 1/8) нечётные рельсы рационально объединять с уложенными вслед за ними чётными рельсами, т.е. принимать как $(l_1 + l_2)$, $(l_3 + l_4)$ и т.д.

При этом размеры таких объединённых рельсов должны превышать длины стандартных рельсов.

2.7. Компоновка эпюры стрелочного перевода

Эпюрой стрелочного перевода называют его схему в определенном масштабе с указанными основными размерами и длинами рельсов, увязанными с раскладкой брусьев.

Вычерчивание эпюры обычно ведется в масштабе 1:50.

После вычерчивания в масштабе схемы перевода с указанием стыков наносят на схеме раскладку брусьев под стрелкой, т.е. под передним и

задним выступами рамного рельса и под остряком, а также под крестовиной, где они были разложены ранее при расчетах стрелки и крестовины.

Затем перекрываются парами стыковых брусьев все стыки, которые, как правило, устраивают на весу. При этом передний стык крестовины перекрыт брусьями, лежащими перпендикулярно к оси крестовины, т.е. так же, как и все брусья под крестовиной (рис. 2.7).

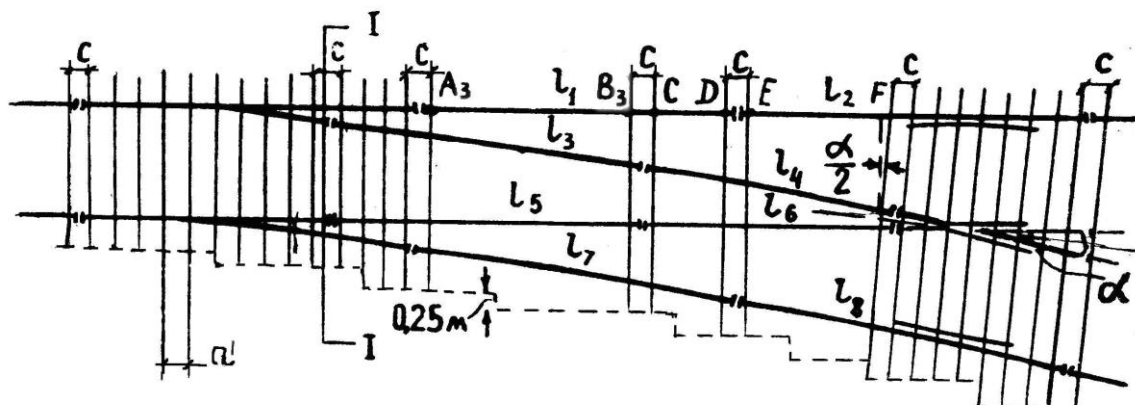


Рис. 2.7. Схема компоновки эюры стрелочного перевода

Компоновка эюры включает раскладку брусьев под участками A_3B_3 , CD и EF , которые ограничены соответствующими стыковыми брусьями.

Расстояния A_3B_3 , CD и EF определяются по формулам:

$$A_3B_3 = l_5 - \frac{c - \delta}{2} + \delta - \left(a_1 + \frac{c + \delta}{2} \right) = l_5 - a_1 - c + \delta, \quad (2.38)$$

$$CD = l_1 + q_1 + \delta - \frac{c - \delta}{2} - \left(l_5 + \delta + \frac{c + \delta}{2} \right) = l_1 + q_1 - l_5 - c, \quad (2.39)$$

(при $l_1 = l_5$ $CD = q_1 - c$),

$$EF = l_5 + l_6 + 2\delta - \frac{c - \delta}{2} + S_0 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} - \left(l_1 + q_1 + \delta + \frac{c + \delta}{2} \right) = l_5 + l_6 + S_0 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} - c + \delta - l_1 - q_1, \quad (2.40)$$

(при $l_1 = l_5$ $EF = l_6 + 760 \cdot \frac{1}{N} + \delta - c - q_1$),

Найденные расстояния набираются пролётами, по возможности теми же, что и принимавшиеся ранее при раскладке брусьев под стрелкой и крестовиной. Однако неизбежно попадают пролёты и другой величины, которые необходимо стремиться брать хотя бы кратными 10 или 5 мм. Тем не менее, в число пролётов, составляющих каждый из найденных отрезков A_3B_3 , CD и EF , входит по одному-два пролёта случайной величины, которые, однако, не должны резко отличаться от стандартных.

Наклон крестовинных брусьев в плане под углом $\alpha/2$ к перпендикуляру, проведённому к прямому пути, «разгоняется» на

протяжении 4-6 пролётов от передних стыковых брусьев крестовины, где брусья укладываются веерообразно.

В комплект переводных брусьев входят брусья длиной от 2,75 до 5,25 м (с изменением длины через 0,25 м). Количество их каждой категории длины определится графически из условия, что выступ бруса наружу от рабочей грани крайних рельсов не должен быть менее 490 мм. Исключение составляют флюгарочные брусья, предназначенные для крепления на них переводного механизма. Длина этих брусьев постоянна и принимается равной 4,5 м (см. рис. 2.7).

Ширина колеи указывается в основных, наиболее ответственных местах стрелочного перевода: в переднем стыке рамных рельсов, у острия пера и в корне остряков, в середине переводной кривой, в крестовине.

Назначать ширину колеи следует, руководствуясь соответствующими размерами в существующих стрелочных переводах.

В курсовой работе на чертеже должны быть приведены в выбранном масштабе схема стрелочного перевода с указанием всех размеров и эпюра раскладки брусьев с указанием всех пролетов между их осями, а также даны спецификации рельсов и брусьев (прилож. 2).

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ НЕОБХОДИМОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ «ОКНА» ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ОСНОВНЫХ РАБОТ И ФРОНТА ПО ГЛУБОКОЙ ОЧИСТКЕ БАЛЛАСТА ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ ПУТИ.

3.1. Основные положения

Согласно Работы по обновлению верхнего строения железнодорожного пути с полной или частичной заменой изношенных элементов, очисткой балласта, выправкой железнодорожного пути в продольном профиле и плане, с оздоровлением дефектных мест земляного полотна и плано-предупредительной выправке железнодорожного пути подразделяются на следующие виды: капитальный ремонт 1 уровня - капитальный ремонт железнодорожного пути с использованием новых материалов (далее - КРН); капитальный ремонт 2 уровня - капитальный ремонт железнодорожного пути с использованием старогодных материалов (далее - КРС); капитальный ремонт 3 уровня - сплошная замена рельсов в период между капитальными ремонтами на участках бесстыкового железнодорожного пути с грузонапряженностью более 25 млн. тонно-километров брутто/км в год, сопровождаемая работами в объемах среднего ремонта железнодорожного пути; сплошная смена рельсов и металлических частей стрелочных переводов; средний ремонт железнодорожного пути; подъемочный ремонт железнодорожного пути; ремонт стрелочных переводов; плано-предупредительная выправка.

КРН и КРС предназначены для замены рельсошпальной решетки с

применением новых или отремонтированных старогородных материалов верхнего строения железнодорожного пути и для комплексного обновления верхнего строения железнодорожного пути с повышением несущей способности балластной призмы, основной площадки земляного полотна, включающей в себя границу раздела балластного слоя нормируемой толщины и грунтов земляного полотна, а также обочину.

Виды ремонтов, их последовательность и периодичность проведения в течение жизненного цикла пути устанавливаются ремонтными схемами в зависимости от классификации и специализации линии, а также класса, группы и подгруппы пути. В технологических процессах ремонтов пути, где применяется тяжелая путевая техника, требуется предоставление специальных «окон» в графике движения поездов. «Окна» – это перерывы в движении поездов, во время которых специальные путевые машины и механизмы в сопровождении бригад монтеров пути выполняют путевые работы. На состав работ при капитальном ремонте пути влияет ряд параметров. Прежде всего, это конструкция пути до и после ремонта, параметры комплекса машин и каждой машины в отдельности, перевозочный процесс, эксплуатационные требования к участку и т.д. Комплекс работ по капитальному ремонту пути включает: сборку новой и разборку старой путевой решетки на базе, подготовительные, основные по замене рельсошпальной решетки и по глубокой очистке балласта (в «окно» и после «окна»), отделочные работы и замену инвентарных рельсов сварными рельсовыми плетями (при укладке бесстыкового пути).

В курсовой работе рассчитываются только основные работы по замене рельсошпальной решетки и по очистке балласта, которые являются наиболее трудоемкими и выполняются в «окно», продолжительность которого и следует определить. Правильная оценка необходимой продолжительности «окна» – важный этап планирования и организации производства капитальных ремонтов пути. Продолжительность «окна» определяется на основании построения технологического процесса производства основных работ. Оно зависит от технической производительности путевых машин и механизмов, применяемых в данных конкретных условиях, фронта работ, а также от местных условий производства работ (количества путей, конструкции пути и т.д.).

3.2. Определение продолжительности «окна» по замене рельсошпальной решетки

Согласно расчетной схеме (см. прилож. 3) продолжительность «окна» по замене рельсошпальной решетки $T_{ок}$ определяется, мин:

$$T_{ок} = t_{раз} + \tau_{у.л.} + t_{св}, \quad (3.1)$$

где $t_{раз}$ – время на развертывание работ (время от начала “окна” до начала работы укладочного поезда), мин;

$\tau_{у.н.}$ – время на укладку новой рельсошпальной решетки, мин;

$t_{св}$ – время на свертывания работ по замене рельсошпальной решетки (от окончания работ по укладке рельсошпальной решетки до открытия перегона), мин.

Время развертывания работ определяется, мин.:

$$t_{раз} = t_{з.н} + t_{зар}^{элб} + t_P^{с.н} + t_P^{р.н} + t_P^{у.н}, \quad (3.2)$$

где $t_{з.н}$ – время на оформление закрытия перегона, снятия напряжения и пробег рабочих поездов к месту работ, мин ($t_{з.н} = 25$ мин);

$t_{зар}^{элб}$ – время зарядки электробалластера, мин;

$t_P^{с.н}$ – время между началом работ по отрыву рельсошпальной решетки и снятием накладок, мин;

$t_P^{р.н}$ – время между началом работ по снятию накладок и разборки пути, мин;

$t_P^{у.н}$ – время между началом работ по разборке и укладке рельсошпальной решетки, мин;

Время на зарядку электробалластера определяется как:

$$t_{зар}^{элб} = m_{зар}^{элб} \cdot \alpha_{ок}, \quad (3.3)$$

где $m_{зар}^{элб}$ – техническая норма времени на зарядку электробалластера, $m_{зар}^{элб} = 3$ маш.-мин);

$\alpha_{ок}$ – коэффициент потерь рабочего времени в «окно», связанный с пропуском поездов по соседнему пути, переходами рабочих в рабочей зоне и физиологическим отдыхом.

Продолжительность работы электробалластера на всем фронте работ будет равна

$$\tau_{элб} = \frac{L_{ф}}{1000} \cdot m_{элб} \cdot \alpha_{ок}, \quad (3.4)$$

где $m_{элб}$ – техническая норма времени на отрыв рельсошпальной решетки электробалластером, $m_{элб} = 21,5$ маш.-мин/км.

Время между началами работ по отрыву рельсошпальной решетки и снятием накладок определяется по формуле, мин:

$$t_P^{сн} = \frac{u_2 + l_{с.н}}{1000} \cdot m_{элб} \cdot \alpha_{ок}, \quad (3.5)$$

где u_2 – интервал по технике безопасности между работающей машиной и группой монтеров пути, м;

$l_{с.н}$ – фронт работ группы монтеров пути по снятию накладок, м.

В курсовой работе принимаются интервалы по технике безопасности:

между работающими машинами $u_1 = 100$ м;

между работающей машиной и группой монтеров пути $u_2 = 50$ м;

между работающими группами монтеров пути $u_3 = 25$ м.

Фронт работ группы монтеров пути можно принимать $l_i = 75-100$ м.

Время между началами работ по снятию накладок и разборке пути определяется (согласно прилож. 3), мин:

$$t_p^{p.n} = \frac{u_2 + L_{p.n}}{1000} \cdot m_{элб} \cdot \alpha_{ок}, \quad (3.6)$$

где $L_{p.n}$ – длина разборочного поезда определяется по формуле:

$$L_{p(y).n} = l_{кр} + l_{нл} \cdot (n_{нл} + 1) + l_{м.нл} \cdot n_{м.нл} + l_{лок}, \quad (3.7)$$

где $l_{кр}$ – длина укладочного крана, $l_{кр} = 43,3$ м;

$l_{нл}$ – длина четырёхосной платформы для перевозки пакетов звеньев путевой решетки, $l_{нл} = 14,6$ м;

$n_{нл}$ – количество четырёхосных платформ для перевозки пакетов звеньев путевой решетки, шт;

$l_{м.нл}$ – длина моторной платформы, $l_{м.нл} = 16,2$ м;

$n_{м.нл}$ – количество моторных платформ (на 10 платформ для перевозки пакетов звеньев принимается одна моторная платформа), шт;

$l_{лок}$ – длина локомотива, $l_{лок} = 17,4$ м.

Количество четырёхосных платформ для перевозки пакетов звеньев определяют по формуле:

$$n_{нл} = \frac{L_{ф}}{l_{зв} \cdot K_{нак}} \cdot 2, \quad (3.8)$$

где $L_{ф}$ – фронт работ в «окно», (приводится в задании) м;

$l_{зв}$ – длина сменяемого звена, $l_{зв} = 25$ м;

$K_{нак}$ – количество звеньев в пакете, шт.

Количество звеньев в пакете при перевозке их на платформах, оборудованных порталами, принимается: $K_{нак} = 5$ с железобетонными шпалами и $K_{нак} = 7$ с деревянными шпалами.

Длина звена больше чем длина платформы и пакет звеньев рельсошпальной решетки перевозят на двух сцепленных платформах, поэтому полученное значение $n_{нл}$ округляется в большую сторону до четного числа.

Время между началами работ по разборке и укладки пути равно, мин:

$$t_p^{y.n} = \frac{u_1 + l_{\bar{o}.n} + u_1}{l_{зв}} \cdot m_{p.n} \cdot \alpha_{ок}, \quad (3.9)$$

где $l_{\bar{o}.n}$ – длина бульдозера-планировщика, м, ($l_{\bar{o}.n} = 25$ м);

$l_{зв}$ – длина разбираемого звена, м;

$m_{p.n}$ – норма времени на разборку одного звена. Для деревянных шпал $m_{p.n} = 1,7$ маш.-мин/зв, для железобетонных 2,17 маш.-мин/зв.

Продолжительность работы путеразборочного поезда на всем фронте работ (время разборки пути)

$$\tau_{p.n} = \frac{L_{\phi}}{l_{зв}} \cdot m_{p.n} \cdot \alpha_{ок}, \quad (3.10)$$

Для облегчения построения графика, полученные значения интервалов времени округляются до целой минуты.

Время на свертывание работ согласно расчетной схеме (см. прилож. 2) определяется как

$$t_{св} = t_c^{n.n} + t_c^{пух} + t_c^{сно} + t_c^{сп} + t_{раз}^{сп} + t_{o.n}, \quad (3.11)$$

где $t_c^{n.n}$ – время между окончаниями работ по укладке рельсошпальной решетки и постановкой накладок со сблчиванием стыков, мин.;

$t_c^{пух}$ – время между окончаниями работ по установке накладок и постановкой пути на ось с грубой рихтовкой, мин.;

$t_c^{сно}$ – время между окончаниями работ по выгрузке балласта и выправке пути машиной ВПО-3000. мин.;

$t_c^{сп}$ – время между окончаниями работ машин ВПО и ВПР, мин.;

$t_{раз}^{сп}$ – время разрядки машины ВПР, мин.;

$t_{o.n}$ – время открытия перегона и пробег машин с места работ на станцию, мин ($t_{o.n} = t_{оф}$).

Время между окончаниями работ по укладке рельсошпальной решетки и установкой накладок (см. прилож. 3) определяется как

$$t_c^{n.n} = \frac{L'_{y.n} + u_2 + l_{n.n}}{l_{зв}} \cdot m_{y.n} \cdot \alpha_{ок}, \quad (3.12)$$

где $L'_{y.n}$ – длина укладочной части укладочного поезда, м;

$m_{y.n}$ – техническая норма времени на укладку одного звена рельсошпальной решетки, $m_{y.n} = 2,17$ маш.-мин/зв.

При укладке путевой решетки на значительных фронтах работ в «окно» (более 800 м) длина укладочного поезда ($L_{y.n}$) разделяется на укладочную ($L'_{y.n} = l_{кр} + 6 \cdot l_{пл} = 130,9$ м) и материальную части ($L''_{y.n} = L_{y.n} - L'_{y.n}$).

Время между окончаниями работ по установке накладок и постановке пути на ось определяется (см. прилож. 3) из выражения, мин:

$$t_c^{пух} = \frac{u_3 + l_{пух}}{l_{зв}} \cdot m_{y.n} \cdot \alpha_{ок}, \quad (3.13)$$

Бригады по установке стыковых накладок и постановки пути на ось работают в темпе путеукладочного поезда. Следовательно, продолжительность этих работ будет равна времени работы укладочного поезда $\tau_{y.n}$.

Время между окончаниями работ по постановке пути на ось и выправкой пути машиной ВПО равно, мин:

$$t_c^{сно} = \frac{u_1 + L_{сно} + u_2 + L''_{y.n}}{1000} \cdot m_{сно} \cdot \alpha_{ок}, \quad (3.14)$$

где $L_{сно}$ – длина машины ВПО, $L_{сно} = 27,87$ м;

Продолжительность работы машины ВПО на всем фронте находится как

$$\tau_{сно} = \frac{L_{ф}}{1000} \cdot m_{сно} \cdot \alpha_{ок}, \quad (3.15)$$

где $m_{сно}$ – техническая норма времени выправки пути машиной ВПО, $m_{сно} = 42,81$ маш.-мин/км.

Время между окончаниями работ машинами ВПО и ВПР определяется, мин:

$$t_c^{впр} = \frac{u_1 + L_{впр}}{1000} \cdot Ш_{км} \cdot \beta_{шп} \cdot m_{впр} \cdot \alpha_{ок}, \quad (3.16)$$

где $L_{впр}$ – длина машины ВПР, $L_{впр} = 23,50$ м;

$Ш_{км}$ – количество шпал на одном км пути, $Ш_{км} = 1872$ шп/км;

$\beta_{шп}$ – доля шпал выправляемых машиной ВПР в местах зарядки и разрядки машины ВПО и отступлениях по уровню, ($\beta_{шп} = 0,12$);

$m_{впр}$ – техническая норма времени на подбивку одной шпалы, $m_{впр} = 0,154$ маш.-мин./шп.

Время разрядки машины ВПР равно, мин:

$$t_{раз}^{впр} = m_{раз}^{впр} \cdot \alpha_{ок}, \quad (3.17)$$

где $m_{раз}^{впр}$ – техническая норма времени на разрядку машины ВПР, $m_{раз}^{впр} = 6$ маш.-мин.

Продолжительность работы машины ВПР, мин, на всем фронте работ равна

$$\tau_{впр} = \frac{L_{\phi}}{1000} \cdot Ш_{км} \cdot \beta_{шт} \cdot m_{впр} \cdot \alpha_{ок}, \quad (3.18)$$

Время укладки новой путевой решетки с железобетонными шпалами звеньями длиной $l_{зв} = 25$ м определяется по формуле:

$$\tau_{реш} = \frac{L_{\phi}}{l_{зв}} \cdot m_{у.н} \cdot \alpha_{ок}, \quad (3.19)$$

где $m_{у.н}$ – норма времени на укладку одного звена. Для железобетонных шпал $m_{у.н} = 2,17$ маш.-мин/зв.

3.3. Определение фронта основных работ по глубокой очистке балласта

При определении фронта работ по глубокой очистке принимается аналогичная схема (прилож. 4), как в предыдущем подразделе.

Фронт работ по глубокой очистке балласта определяется из формулы:

$$L_{оч} = \frac{T_{ок} - (t_{раз} + t_{св})}{m_{оч} \cdot \alpha_{ок}} \cdot 1000, \quad (3.20)$$

где $T_{ок}$ – продолжительность «окна», мин (принимается из формулы 3.1);
 $t_{раз}$ – время разворачивания работ по глубокой очистки балласта, мин;
 $t_{св}$ – время свертывания работ по глубокой очистки балласта, мин;
 $m_{оч}$ – техническая норма времени на глубокую очистку одного км пути. Для щебнеочистительной машины РМ-80 $m_{оч} = 491,4$ маш.-мин/км.

Время разворачивания работ по глубокой очистке балласта, мин:

$$t_{раз} = t_{з.н} + t_{зар}^{щом}, \quad (3.21)$$

где $t_{з.н}$ – время оформления закрытия перегона и пробег машин к месту работ, принимается равным 14 мин;

$t_{зар}^{щом}$ – время зарядки щебнеочистительной машины, мин.

Время зарядки РМ-80, мин:

$$t_{зар}^{щом} = m_{зар}^{щом} \times \alpha_{ок}, \quad (2.22)$$

где $m_{зар}^{щом}$ – техническая норма на зарядку щебнеочистительной машины RM-80, ($m_{зар}^{щом} = 30,42$ маш.-мин./км)

Время свертывания работ при глубокой очистке балласта (прилож. 4) определяется, мин:

$$t_{св} = t_{раз}^{щом} + t_c^{впр} + t_{раз}^{впр} + t_c^{дсн} + t_c^{нб} + t_{о.н}, \quad (3.23)$$

где $t_{раз}^{щом}$ – время разрядки щебнеочистительной машины, $t_{раз}^{щом} = 20$ мин;

$t_c^{впр}$ – время свертывания работ по выправке пути машиной ВПР, мин.

Определяется по формуле (3.16) за исключением того, что $\beta_{шип} = 1,0$, т.е. подбивка пути производится сплошь. Продолжительность работы машины ВПР на всем участке находится по формуле (3.18), с учетом, что $\beta_{шип} = 1,0$;

$t_{раз}^{впр}$ – время разрядки машины ВПР, мин (определяется по формуле 3.17);

$t_c^{дсн}$ – время между окончаниями работ по разрядке машины ВПР и стабилизацией пути, мин:

$t_c^{нб}$ – время между окончаниями работ по стабилизации пути и планировкой балластной призмы, мин:

$t_{о.н}$ – время оформления открытия перегона и пробег машин на станцию, 14 мин.

Время разрядки щебнеочистительной машины, $t_{раз}^{щом}$, мин, определяется по формуле:

$$t_{раз}^{щом} = m_{раз}^{щом} \times \alpha_{ок}, \quad (2.24)$$

где $m_{раз}^{щом}$ – техническая норма на разрядку щебнеочистительной машины RM-80, ($m_{раз}^{щом} = 35,99$ маш.-мин./км).

Время между окончаниями работ по разрядке машины ВПР и стабилизацией пути $t_c^{дсн}$ равно

$$t_c^{дсн} = \frac{u_1 + L_{дсн}}{1000} \cdot m_{дсн} \cdot \alpha_{ок}, \quad (3.25)$$

где $L_{дсн}$ – длина машины ДСП, $L_{дсн} = 18,22$ м;

$m_{дсн}$ – техническая норма времени на стабилизацию пути, $m_{дсн} = 57,23$ маш.-мин./км.

Продолжительность работы машины ДСП на всем фронте находится как

$$\tau_{дсн} = \frac{L_{ф}}{1000} \cdot m_{дсн} \cdot \alpha, \quad (3.26)$$

Время между окончаниями работ по стабилизации пути и планировкой балластной призмы $t_c^{нб}$ равно

$$t_c^{нб} = \frac{u_1 + L_{нб}}{1000} \cdot m_{нб} \cdot \alpha_{ок}, \quad (3.27)$$

где $L_{нб}$ – длина планировщика балласта ПБ, $L_{нб} = 13,30$ м;

$m_{нб}$ – техническая норма времени на стабилизацию пути, $m_{нб} = 50,52$ маш.-мин./км.

Продолжительность работы машины ПБ на всем фронте равна

$$\tau_{нб} = \frac{L_{\phi}}{1000} \cdot m_{нб} \cdot \alpha, \quad (3.28)$$

3.4. Определение количества рабочих для производства основных работ в «окно», выполняемых с помощью механизированного инструмента

Количество рабочих K для выполнения любой операции можно определить как частное от деления трудовых затрат на эту работу, чел.-мин, на ее продолжительность, мин, т.е.

$$K = \frac{N \cdot S \cdot \alpha_{ок}}{\tau}, \quad (3.28)$$

где N – норма времени затрат труда на измеритель, чел.-мин;

S – объем выполняемой работы (может выражаться в различных единицах измерения: км, звено, стык пути, шпала, болт и т.д.);

τ – продолжительность работы, мин.

Упростим последнюю формулу. Для этого введем единый измеритель для выражения объема любой работы – звено пути ($l_{зв} = 25$ м).

Тогда

$$K = \frac{N \cdot N_{зв} \cdot \alpha_{ок}}{\tau}, \quad (3.29)$$

где N – норма затрат труда на звено, чел.-мин;

$N_{зв}$ – количество звеньев пути на фронте работ $L_{фр}$.

Продолжительность любой работы можно определить по формуле:

$$\tau = N_{зв} \cdot m' \cdot \alpha_{ок}, \quad (3.30)$$

где m' – темп (скорость выполнения) соответствующей работы, мин./звено.

Тогда

$$K = \frac{N \cdot N_{3\theta} \cdot \alpha}{N_{3\theta} \cdot m' \cdot \alpha} = \frac{N}{m'}, \quad (3.31)$$

Количество монтеров пути для производства отдельных путевых работ определяется по приведенной выше формуле. Технические нормы затрат труда на отдельные виды путевых работ и темп работ приведены в табл. 3.1.

На работах с применением тяжелых путевых машин количество монтеров пути и машинистов определяется технологическими требованиями производства работ и приведено в прилож. 5 и 6.

Таблица 3.1

Наименование работ	Техническая норма затрат труда на звено N , чел.-мин	Темп работы m' , мин/звено	Количество рабочих K , чел
1	2	3	4
Разболчивание стыков со снятием болтов и накладок	13,6	1,0; 1,7	14; 8
Постановка накладок и сболчивание стыков электрогаечными ключами	27,89	1,9	15
Рихтовка пути с постановкой на ось	11,75	1,9	6

3.5. Построение графиков основных работ

Графики основных работ строятся на миллиметровой бумаге в масштабе: горизонтальный – в зависимости от фронта работ в “окно”, обычно принимают 1 см – 50 или 100 метров пути, масштаб вертикальный 1 час – 60 мм.

Работы на графике наносятся в последовательности их выполнения. Построение графика ведется в следующей последовательности: определяются точки начала работ путевых машин при разворачивании работ или наносятся точки окончания работы машин при свёртывании работ; затем проводятся линии работы машин (из точки начала или окончания работы откладывается время работы машины).

Примеры построения графиков основных работ по замене рельсошпальной решетки и глубокой очистки балласта приведены в прилож. 7 и 8.

4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНЕГОБОРЬБЕ НА КРУПНОЙ СТАНЦИИ

4.1. Общие сведения

Борьба со снежными заносами на железных дорогах нашей страны является серьёзной и ответственной проблемой. Отложение снега на железнодорожных путях, особенно на затяжных подъёмах, может привести не только к снижению скоростей и, следовательно, нарушению графика движения поездов, но и к полной остановке поезда на перегоне. Попадание снега на путь увеличивает сопротивление движению поезда, что приводит к повышенному расходу топлива или электроэнергии.

Наличие снега на станционных путях затрудняет трогание поездов с места, осложняет поездную и маневровую работу, что может снижать пропускную способность станции. Скопление снега на междупутьях мешает работе составительских бригад, создавая недопустимые по технике безопасности условия их работы.

Особенно большой вред причиняет снег на стрелочных переводах, где он может явиться причиной неплотного прилегания остряка к рамному рельсу. Запрессовка желобов крестовины и контр рельсов уплотнённые снегом, который иногда переносится ветром вместе с песком и пылью, может стать причиной разрыва болтов и схода подвижного состава.

На борьбу со снежными заносами ежегодно расходуется огромные денежные средства. Поэтому проблема рациональной организации снегоборьбы имеет большое народнохозяйственное значение.

В настоящее время борьба со снегом на железных дорогах осуществляется по двум принципиально различным направлениям. Первое из них состоит в защите пути от снежных заносов, т.е. оно имеет своей целью не допустить отложений метелевого снега на путь. Второе представляет собой комплекс способов по уборке снега, попавшего на путь при снегопадах и метелях, т.е. оно сводится к очистке путей от снега.

По каждому из указанных направлений в зависимости от местных условий могут быть приняты различные средства и способы борьбы со снегом, все многообразие которых показано на схеме (прилож. 7).

Наиболее надежным видом защиты станции от снега являются лесонасаждения.

Количество полос и их расположение зависит от степени заносимости участка, объемов отложений снега и розы ветров.

В местах, где по почвенным, климатическим или другим условиям нельзя устроить живую защиту, устанавливают постоянные решетчатые железобетонные или деревянные заборы в один, два или три ряда. Высота заборов от 4,2 до 6,8 м.

При отсутствии постоянных снегозащитных устройств устанавливают переносные щиты. Переносные щиты устанавливают так

же на широких междупутьях (при ширине 20 м и более), в горловинах станций и на междупарковых пространствах территории станции.

Подробная разработка всего комплекса мероприятий по снегоборьбе на дистанции пути (см. Инструкцию по снегоборьбе на железных дорогах Российской Федерации, [3]) представляет собой большую и сложную задачу, выходящую по своему объёму за рамки курсового проектирования.

Поэтому в методических указаниях рассматриваются лишь отдельные вопросы этой проблемы в объеме курсовой работы для студентов специальности «Управление процессами перевозок».

4.2. Установление очередности очистки путей и стрелочных переводов

Технология уборки снега предусматривает очередность очистки станционных путей и способа производства работ.

Очередность очистки станционных путей устанавливается в зависимости от значимости их в технологии работы станции по приему-отправлению поездов и маневровой работы.

Все стационарные пути по очередности их очистки делятся на три очереди.

К первой очереди относятся главные, горочные, наиболее деятельные сортировочные пути и маневровые вытяжки, приемоотправочные пути с расположенными на них стрелочными переводами, пути стоянок восстановительных и пожарных поездов, снегоочистителей и снегоуборочных поездов, пути для выпуска локомотивов из депо, а также пути, ведущие к складам топлива и дежурным пунктам контактной сети.

Ко второй очереди относятся остальные сортировочные пути, пакгаузные и погрузочные пути, деповские экипировочные пути, пути к материальным складам и мастерским, а также соответствующие стрелочные переводы.

К третьей очереди – все прочие пути.

На схеме станции пути, очищаемые в первую очередь, обозначают красным карандашом, во вторую – синим, в третью – зеленым.

Очистка путей и стрелочных переводов, отнесённых к первой очереди, начинается немедленно с момента начала снегопада и метели и заканчивается не позднее, чем в течение суток после их прекращения. При этом уборку собранного снега необходимо выполнить одновременно с очисткой путей с тем, чтобы при возобновлении метели собранные валы не способствовали задержанию снега. Конкретные сроки очистки и вывозки снега со станции приводятся в задании на курсовую работу.

В сортировочном парке в первую очередь очищают и убирают снег с горочной горловины и сортировочных путей на расстоянии 150-200 м от башмакосбрасывателей вглубь парка. Заезд для уборки снега на путях

сортировочного парка производится со стороны горловины парка формирования.

4.3. Вычисление объёма убираемого снега

Объём убираемого снега определяется отдельно для каждой очереди очистки.

Общий объём снега, м³, подлежащего уборке с n путей станции:

$$Q_n = \sum_{i=1}^m (l_i b_{cp} h_{сн}), \quad (4.1)$$

где l_i – полезная длина i пути, м;

b_{cp} – средняя ширина междупутья, м;

$h_{сн}$ – толщина слоя убираемого снега, м.

Объёмы снега на путях второй и третьей очередей вычисляются аналогично. Все результаты вычислений сводятся в специальную ведомость (прилож. 9).

4.4. Выбор способов очистки и вывозки снега

Очистка путей от снега на станциях производится, как правило, снегоочистителями и снегоуборочными машинами различных систем.

Ручная очистка производится в тех местах, где нельзя пропустить снегоочиститель или снегоуборочный поезд в рабочем состоянии (настилы переездов и подходы к ним, стрелки примыкания, участки пути на подходах к мостам, тоннелям, между платформами и у других препятствий), а также во всех случаях, когда пропуск снегоочистительных и снегоуборочных машин задерживается.

Наиболее совершенными являются снегоочистители двухпутные плужные СДП и их последние модификации СДП-М и СДП-М2, способные очищать слой снега глубиной до 1,0 м при ширине захвата до 4,95 м. Современную снегоуборочную технику представляет машина СМ-2 и ее усовершенствованные модели СМ-2А, СМ-2Б и СМ-2М. Эти машины в качестве головных входят в состав снегоуборочных поездов из специальных полувагонов для погрузки в них снега и концевых вагонов с разгрузочными устройствами. Они применяются для очистки станционных путей и стрелочных переводов от снега толщиной до 0,8 м. Ширина очищаемой полосы составляет 5,1 м. Производительность машин в зависимости от плотности снега может достигать 1200 м³/ч.

Наиболее целесообразно комплексное использование всех имеющихся средств механизации. Организация работы машин и механизмов по снегоборьбе согласовывается с приёмом, переработкой и

отправлением поездов, т.е. она увязывается с технологией поездной и маневровой работы станции.

В курсовой работе предполагается, что интенсивность движения поездов в условиях заданной станции позволяет организовать очистку и уборку снега последовательно по мере освобождения путей без существенных простоев снегоочистителей и снегоуборочных машин.

В соответствии с опытом снегоборьбы в зависимости от местных условий применяются следующие технологические процессы комплексного использования машин и механизмов для очистки снега со станционных путей:

1) Уборка снега снегоуборочной машиной той или иной системы с предварительной перевалкой снега снегоочистителем или стругом на один из путей (при толщине слоя снега над головкой рельса до 10 см).

2) То же, без предварительной перевалки снега (при толщине слоя более 10 см).

3) Очистка путей снегоочистителем или стругом с размещением снега на междупутьях с последующей погрузкой его вручную на снеговые поезда и вывозкой за пределы станции.

4) То же, но с размещением снега на одном из путей с последующей погрузкой его головной машиной ЦУМЗ на платформы снегового поезда, стоящие на соседнем пути.

5) Очистка боковых путей станции снегоочистителем или стругом с последовательной перевалкой снега с одного пути на другой и последующей расчисткой снега с крайнего пути в отвал. В этом случае при толщине снега до 15 см можно принимать пучок в пять путей, при толщине более 15 см – пучок в три пути.

Для перевалки снега стругом требуется последовательно освобождать на 20-30 минут, с закрытием движения поездов, два соседних пути (первый путь занимается стругом, второй – его крылом). После каждого рабочего прохода крыло и нож струга приводится в транспортное положение для перехода на следующий путь.

В ряде случаев для удаления снега с крайних путей, где он был накоплен в результате перевалки, могут применяться роторные снегоочистители, способные отбрасывать снег в полевую сторону на расстояние до 50 м.

При вывозке снега снеговыми поездами целесообразно использовать саморазгружающийся подвижной состав. Снеговой поезд формируется обычно из 10-15 платформ с одним вагоном-теплушкой для обогрева рабочих и хранения инструментов.

Наиболее прогрессивными для очистки станций от снега являются снегоуборочные машины, оборудованные щёточными роторами (например, СМ-2 и её модификации, ЦНИИ и др.). Это делает их

пригодными для очистки стрелочных переводов, а также очистки путей без предварительной перевалки или накопления снега.

При разработке технологии очистки станции следует стремиться к максимальному использованию средств механизации и сокращению ручного труда. Очистка и уборка снега вручную может быть допущена лишь в порядке исключения в местах препятствий для работы машин и механизмов, а также при условии небольшого объема работ. В противном случае должны быть запроектированы мероприятия по устранению указанных препятствий.

В рассматриваемом примере (прилож. 8) применяется следующая техника: снегоуборочная машина СМ-2, снегоочиститель плужный СДП для очистки путей и снеговой поезд для вывозки снега.

Для руководства работой снегоочистителей, снегоуборочных и снеговых поездов выделяются ответственные работники – от дистанции пути и от станции. Первые осуществляют техническое руководство уборкой снега, вторые обеспечивают передвижение снегоуборочной техники и снеговых поездов на станции. В случае сильных снегопадов и метелей работой непосредственно руководят начальник станции и начальник дистанции пути.

Принятые способы очистки и вывозки снега приводятся в ведомости объемов работ (прилож. 9) и показываются в условных обозначениях на плане станции (прилож. 8).

После принятия решения по организации очистки станции от снега определяются необходимые для этого затраты.

4.5. Определение затрат по снегоборьбе на станции

Все затраты по снегоборьбе можно выразить в натуральной и денежной форме. В целях сокращения объема курсовой работы далее определяется лишь натуральные затраты.

Продолжительность очистки станции от снега зависит от следующих факторов:

- а) объема снега, подлежащего уборке;
- б) расположения мест для выгрузки снега и дальности его транспортировки;
- в) интенсивности движения поездов и технологического процесса работы станции.

Количество рейсов снегоуборочных поездов рассчитывают в зависимости от: количества выпавшего снега; высоты снегоотложения на пути; плотности снега; коэффициента уплотнения снега при загрузке; производительности машин; вместимости полувагонов и степени их заполнения. При этом необходимо учесть затраты времени на: погрузку; перестановку снегоуборочного поезда с одного пути на другой; проезд к

месту выгрузки; выгрузку снега из кузова; согласование маршрута; следование снегоуборочного поезда обратно к месту работы; скорость движения снегоуборочного поезда.

Максимально возможный объем снега, вывозимый снегоуборочной машиной СМ-2 в течение заданного срока очистки от снега путей 1-й очереди, определяется по формуле:

$$Q_{см} = q \cdot \mu \cdot p_{см}, \quad (4.2)$$

где q – емкость снегоуборочной машины; при одном промежуточном полувагоне – 215 м³, при двух – 340 м³

μ – коэффициент уплотнения снега, принимаемый при погрузке в машину СМ-2 равным 1,5-2,0;

$p_{см}$ – количество рейсов снегоуборочной машины в течение заданного срока очистки путей от снега первой очереди;

$$p_{см} = \frac{60 \cdot T_{см}}{t}, \quad (4.3)$$

где 60 – коэффициент перевода часов в минуты;

$T_{см}$ – заданный срок очистки путей и стрелочных переводов 1-й очереди, час (приводится в задании);

t – продолжительность одного рейса снегоуборочной машины.

$$t = t_3 + 2t_m + t_p + t_{м}, \quad (4.4)$$

где t_3 – время загрузки снегоуборочной машины, определяемое из расчёта 10 мин на каждые 100 м³ вместимости машины;

2 – коэффициент, учитывающий время обратного пробега снегоуборочной машины;

t_m – время транспортировки снега до места выгрузки.

t_p – время разгрузки снегоуборочной машины, определяемое из расчёта 6 мин на 100 м³ каждые вместимости машины;

$t_{м}$ – время простоя в ожидании подготовки маршрута, принимаемое равным 10-15 мин.

$$t_m = \frac{60 \cdot S}{V}, \quad (4.5)$$

где S – дальность возки снега снегоуборочными поездами, км (приводится в задании);

V – скорость движения снегоуборочной машины в транспортном положении принимается равной 50 км/ч.

Найденный по формуле (4.2) максимально возможный объем вывозимого снега одной снегоуборочной машиной СМ-2 в течение заданного срока очистки от снега путей 1-й очереди сравнивается с фактическим объемом снега, подлежащим уборке данной машиной в первую очередь (прилож. 9, графа 6).

Если максимально возможный объем снега больше фактического, то принятая снегоуборочная машина успеет в установленный срок очистить пути 1-й очереди, в противном случае следует пересмотреть принятую организацию работ, сократив при этом число путей, приходящихся на снегоуборочную машину, оставив наиболее ответственные категории путей (главные, приемо-отправочные, пассажирские, стрелочные переводы и т.д.)

4.6. Продолжительность работы снегоочистителя

Продолжительность работы снегоочистителя СДП можно определить по формуле:

$$T_{co} = n \cdot \left(t_1 + \frac{60l}{V} + \frac{60l}{V_0} + 10 \right), \quad (4.6)$$

где n – количество путей, очищаемых одним снегоочистителем;

t_1 – время перехода с одного пути на другой. В курсовой работе принимается равным 4 мин;

l – средняя длина парковых путей, очищаемых снегоочистителем СДП, км;

V – скорость движения снегоочистителя в рабочем положении. При работе на станциях колеблется в пределах 10-15 км/час;

V_0 – скорость движения снегоочистителя в транспортном положении. Принимается в пределах 15-20 км/час;

10 – продолжительность общего простоя снегоочистителя в ожидании последовательного освобождения путей для его работы на данной станции, мин.

Количество путей n , подлежащих очистке снегоочистителем СДП, определяется по графе 6 прилож. 9. Сюда входят: 1) пути, очищаемые последовательной перевалкой снега с одного пути на другой; 2) пути, очищаемые в отвал; 3) пути с перевалкой снега на междупутье для последующей погрузки на снеговые поезда.

4.7. Количество рабочих для погрузки снега при вывозке его поездами

$$K = 1,2 \cdot 4 \cdot n \cdot m \cdot N_{прим}, \quad (4.7)$$

где $1,2$ – коэффициент, учитывающий неравномерность загрузки поезда;

4 – число рабочих, нагружающих одну платформу, чел;

n – число платформ в снеговом составе, принимается равным 10-15;
 m – число рабочих смен в сутках, которое в целях сокращения количества приписанных составов целесообразно принимать 2-3;
 $N_{прин}$ – количество приписанных к снегоборьбе составов.

Количество приписанных к снегоборьбе составов ($N_{прин}$) определяется по формуле:

$$N_{прин} = \frac{N}{p_{сн} \cdot m \cdot \tau}, \quad (4.8)$$

где $p_{сн}$ – число рейсов одного снегового поезда в смену, определяемое в соответствии с действующими типовыми технически обоснованными нормами на работы по снегоборьбе; при количестве рабочих на каждой платформе 4 человека и дальности возки 2 км $p_{сн} = 4$;

τ – установленный срок вывозки снега, сутки;

N – общее число рейсов, необходимое для вывозки снега в количестве $Q_{сн}$:

$$N = \frac{Q_{сн}}{20 \cdot n \cdot \mu_1}, \quad (4.9)$$

где $Q_{сн}$ – объем снега, вывозимого снеговыми поездами (прилож. 9, графа б);

20 – норма погрузки снега на одну двухосную платформу, м³;

μ_1 – коэффициент уплотнения снега. При погрузке на платформы вручную колеблется в пределах 1,2-1,5.

Для получения в результате целого числа приписанных составов $N_{прин}$ следует варьировать числом платформ.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Правила оформления отчетов, курсовых и дипломных проектов: Учебное пособие. Параскевопуло О.Г., Параскевопуло Ю.Г., Александров С.О. – СПб.: ПГУПС, 2008.
2. Железнодорожный путь/под ред. Е.С. Ашпиза. – Москва: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2013. – 544 с.
3. Бекиш А.А., Божевольнов Б.П., Захаров В.Б. Устройство и эксплуатация железнодорожного пути. Метод. указ. – СПб: ПГУПС, 2006 г.
4. Положение о системе ведения путевого хозяйства ОАО «Российские железные дороги». Утверждено ОАО «РЖД» от 31.12.2015 г. №3212р, 2015 г. – 93 с.

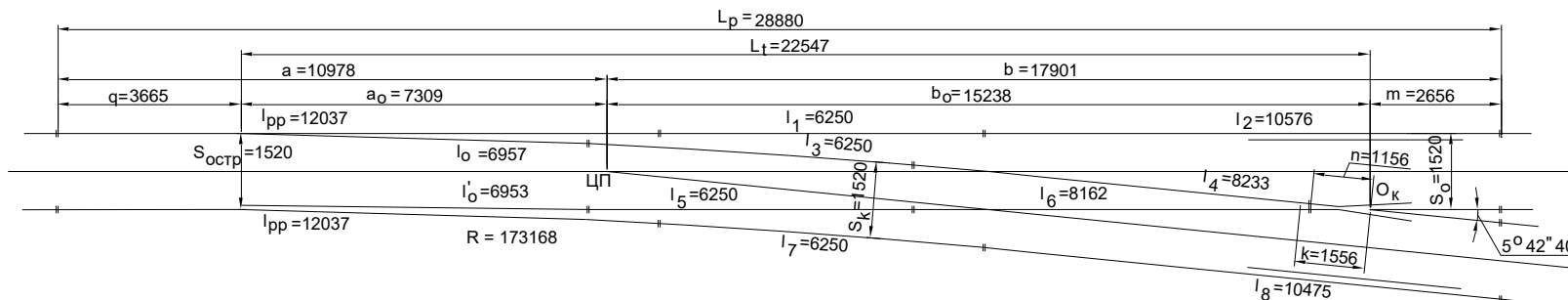
5. Инструкция по подготовке к работе в зимний период и организации снегоборьбы на железных дорогах, в других филиалах и структурных подразделениях ОАО «РЖД», а также его дочерних и зависимых обществах / Утверждена распоряжением ОАО «РЖД» от 22.10.2013 г. №2243р. – 165 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

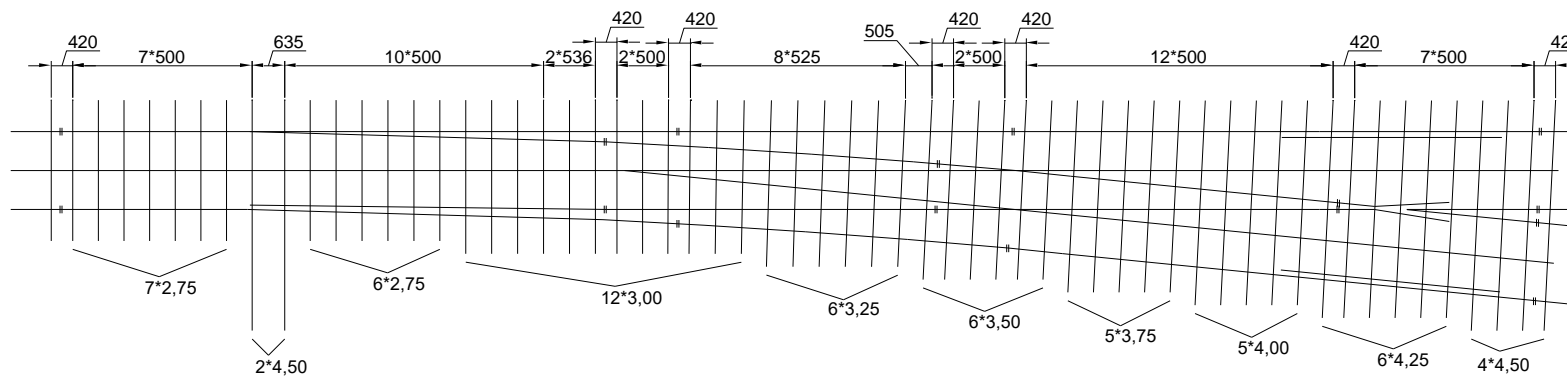
Углы крестовин и их тригонометрические функции

Марка крестовины, M	Угол крестовины, α	Тригонометрические функции угла α			$\alpha/2$	Тригонометрические функции угла $\alpha/2$		
		$\sin\alpha$	$\cos\alpha$	$\operatorname{tg}\alpha$		$\sin\alpha/2$	$\cos\alpha/2$	$\operatorname{tg}\alpha/2$
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1/5	11°18'35"	0,196113	0,980581	0,199996	5°39'17,5"	0,098536	0,995133	0,099018
1/6	9°27'45"	0,164402	0,986393	0,166670	4°34'52,5"	0,082482	0,996593	0,082764
1/7	8°07'50"	0,141429	0,989943	0,142865	4°03'55"	0,070893	0,997484	0,071072
1/8	7°07'30"	0,124034	0,992278	0,125000	3°33'45"	0,062137	0,998067	0,062258
1/9	6°20'25"	0,110433	0,993884	0,111111	3°10'12,5"	0,055301	0,998470	0,055386
1/10	5°42'40"	0,099513	0,995036	0,100009	2°51'20"	0,049818	0,998758	0,049880
1/11	5°11'40"	0,090536	0,995893	0,090909	2°35'50"	0,045315	0,998973	0,045361
1/12	4°45'50"	0,083050	0,996545	0,083338	2°22'55"	0,041156	0,999136	0,041596
1/13	4°23'55"	0,076695	0,997055	0,076922	2°11'57,5"	0,038376	0,999264	0,038404
1/14	4°05'10"	0,071256	0,997458	0,071437	2°02'35"	0,035651	0,999364	0,035673
1/15	3°48'50"	0,066516	0,997785	0,066663	1°54'25"	0,033277	0,999446	0,033295
1/16	3°34'35"	0,062379	0,998052	0,062501	1°47'17,5"	0,031205	0,999513	0,031220
1/17	3°22'00"	0,058726	0,998274	0,058827	1°41'00"	0,029375	0,999568	0,029388
1/18	3°10'45"	0,055458	0,998461	0,055544	1°35'22,5"	0,027740	0,999616	0,027750
1/19	3°00'45"	0,052554	0,998618	0,052627	1°30'22,5"	0,026286	0,999655	0,026295
1/20	2°51'45"	0,049939	0,998752	0,050001	1°25'52,5"	0,024977	0,999688	0,024985
1/21	2°43'35"	0,047566	0,998865	0,047620	1°21'47,5"	0,023790	0,999717	0,023797
1/22	2°36'10"	0,045411	0,998968	0,045458	1°18'05"	0,022717	0,999742	0,022717
1/23	2°29'20"	0,043426	0,999057	0,043467	1°14'40"	0,021718	0,999764	0,021723
1/24	2°23'10"	0,041633	0,999133	0,041670	1°11'35"	0,020821	0,999783	0,020826
1/25	2°17'25"	0,039962	0,999201	0,039994	1°08'05"	0,019985	0,999801	0,019989

Схема разбивки стрелочного перевода марки М1:10



Эюра укладки



Спецификация брусьев

Длина брусьев, м	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50
Кол-во брусьев, шт	13	12	6	6	5	5	6	6

Спецификация рельсов

Обозн. рельсов	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	l_6	l_7	l_8
Длина, м	6250	10576	6250	8233	6250	8162	6250	10475

Рис. П.2.1 Эюра стрелочного перевода марки 1:10

ПРИЛОЖЕНИЕ 5

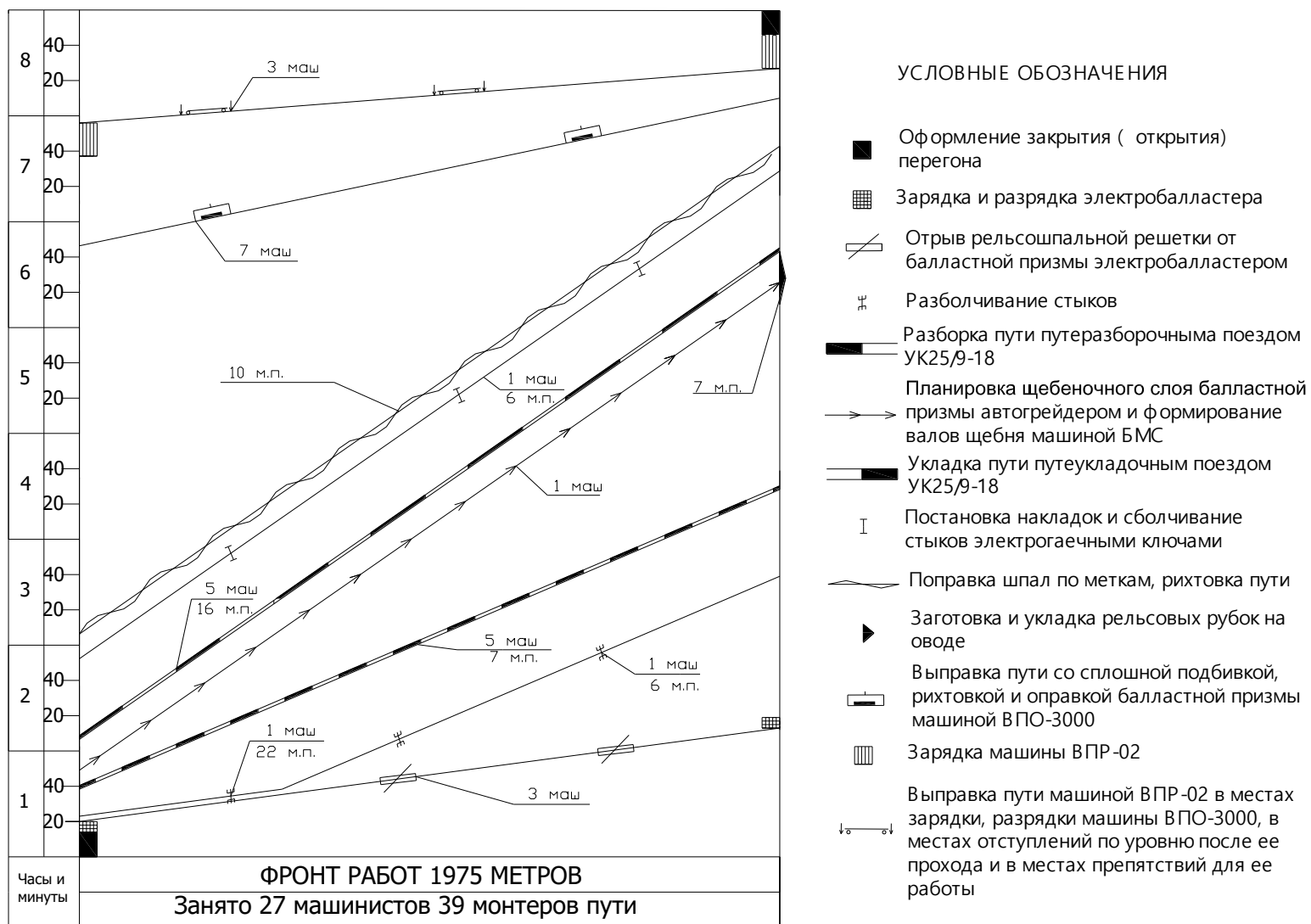


Рис. П.5.1 График основных работ в «окно» по замене рельсошпальной решетки

ПРИЛОЖЕНИЕ 6

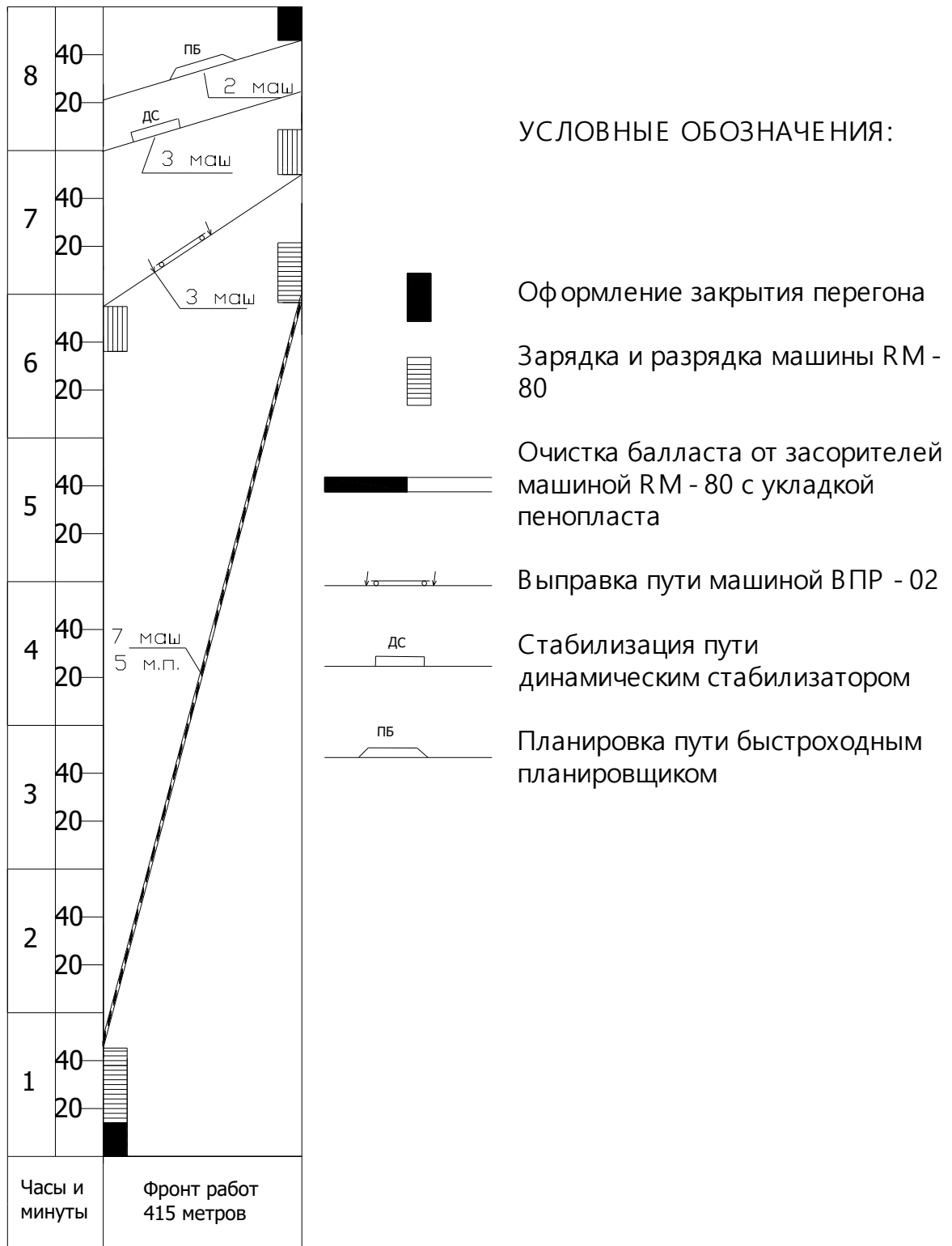


Рис. П.6.1 График работ в «окно» по глубокой очистке балласта

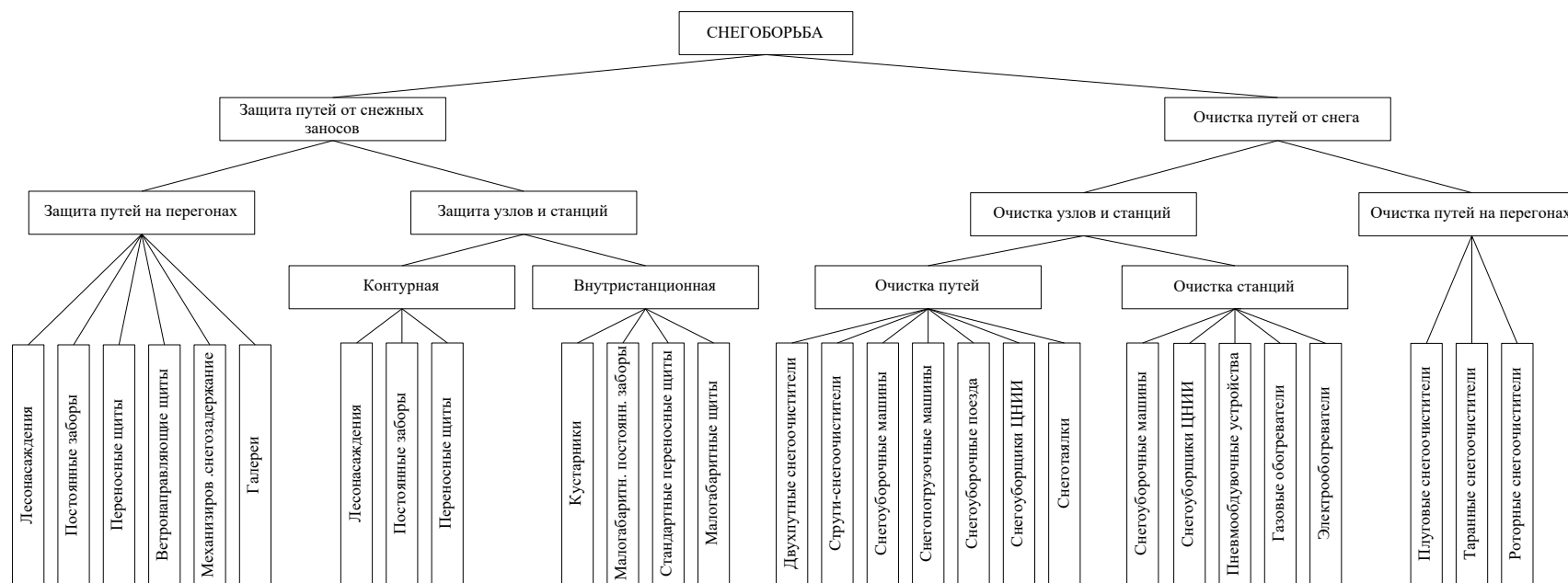


Рис. П.7.1 Средства и способы борьбы со снежными заносами на железных дорогах

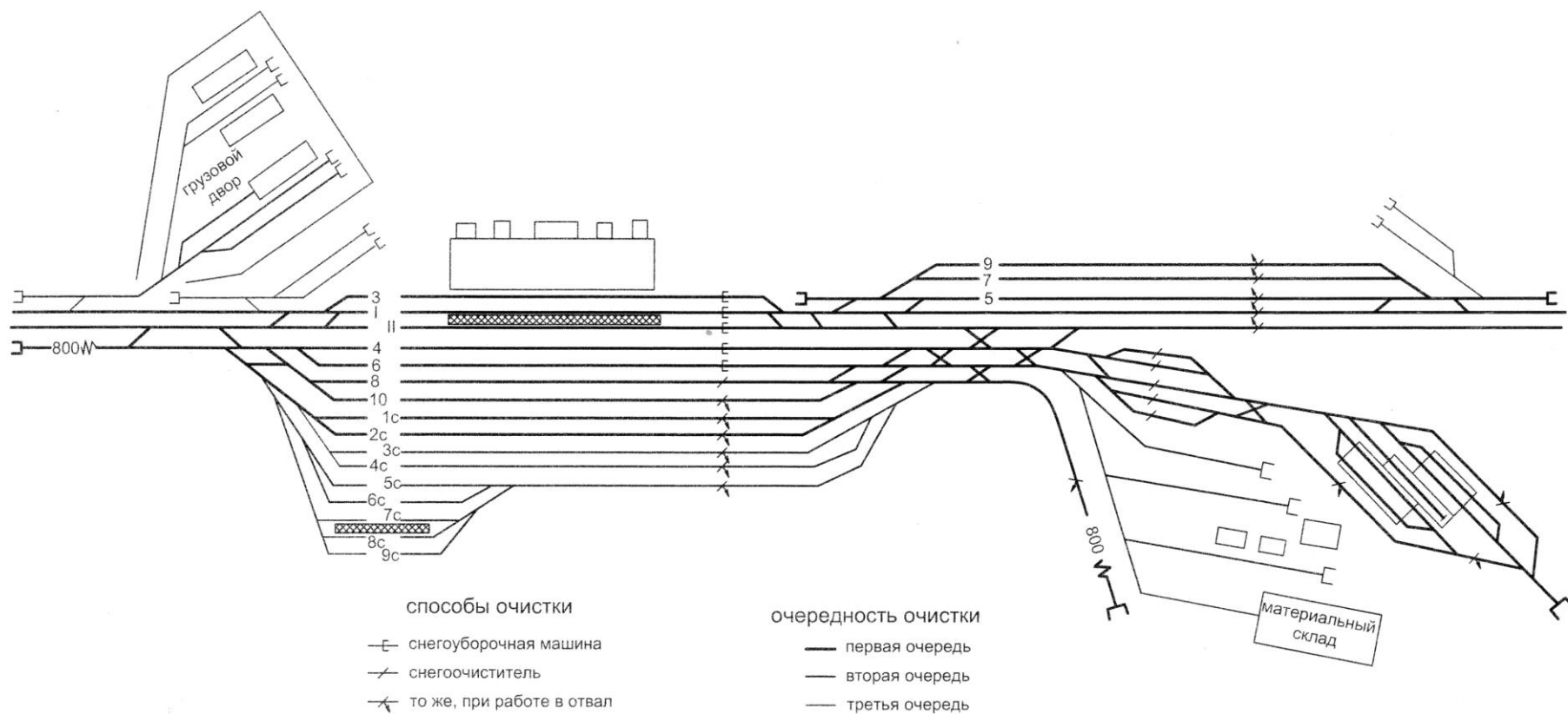


Рис. П.8.1 Схема станции с указанием способов и очередности выполнения работ по очистке путей от снега

ПРИЛОЖЕНИЕ 9

Ведомость объемов работ по очистке путей от снега первой очереди

№ пути	Наименование пути	Длина пути, м	Расстояние между серединами междупутий, м	Площадь очистки, м ²	Объем снега, м ³	Способ очистки и вывозки снега, м ³
1	2	3	4	5	6	7
I	Главный путь	950	5,90	5600	560	Очистка и вывозка СМ-2, 2865
II	-«-	900	5,90	5300	530	
3	Пассажирский путь	850	5,30	4500	450	
4	Путь приемо-отправочного парка четного направления	1300	5,30	6900	690	
6	-«-	1200	5,30	6350	635	
8	-«-	1200	5,30	6350	635	
10	-«-	1000	5,30	5300	530	Очистка СДП, вывозка снеговыми поездами 500, 1165
5	Путь приемо-отправочного парка нечетного направления	950	5,30	5050	505	Очистка СДП, с перевалкой снега и уборкой его с крайнего пути в отвал 1515
7	-«-	950	5,30	5050	505	
9	-«-	950	5,30	5050	505	
1 с	Путь сортировочного парка	1250	5,30	6600	660	Очистка СДП, 1190, в т.ч.: вывозка снеговыми поездами 500, уборка в отвал 690
2 с	-«-	1000	5,30	5300	530	
	Маневровые вытяжки	800*2	5,30	8500	850	Очистка СДП, 2490, в т.ч.: вывозка снеговыми поездами 1140, уборка в отвал 1350
	Пути стоянки спецпоездов	100*3	5,30	1600	160	
	Деповские пути (общая длина)	2800	5,30	14800	1480	
	Стрелочные переводы, 87 шт	35*87	5,30	16000	1600	Очистка и вывозка СМ-2, 1600
	Итого по первой очереди				10825	

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЗАДАНИЕ НА КУРСОВОЙ ПРОЕКТ.....	2
1.1. Общие положения.....	2
1.2. Оформление курсовой работы.....	3
2. РАСЧЕТ И ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭПЮРЫ ОДИНОЧНОГО ОБЫКНОВЕННОГО СТРЕЛОЧНОГО ПЕРЕВОДА.....	3
2.1. Основные положения.....	3
2.2. Определение размеров крестовины.....	5
2.3. Определение радиуса острьака и переводной кривой.....	8
2.4. Определение размеров стрелки.....	8
2.5. Определение основных и осевых размеров стрелочного перевода.....	10
2.6. Определение длин рельсов, входящих в состав стрелочного перевода.....	11
2.7. Компонировка эпюры стрелочного перевода.....	12
3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ «ОКНА» ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ОСНОВНЫХ РАБОТ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ ПУТИ.....	14
3.1. Основные положения.....	14
3.2. Определение продолжительности «окна» по замене рельсошпальной решетки.....	15
3.3. Определение фронта основных работ по глубокой очистке балласта.....	20
3.4. Определение количества рабочих для производства основных работ в «окно», выполняемых с помощью механизированного инструмента.....	22
3.5. Построение графиков основных работ.....	23
4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ МЕРОПРИЯТИЙ ПО СНЕГОБОРЬБЕ НА КРУПНОЙ СТАНЦИИ.....	23
4.1. Общие сведения.....	23
4.2. Установление очередности очистки путей и стрелочных переводов.....	24
4.3. Вычисление объёма убираемого снега.....	25
4.4. Выбор способов очистки и вывозки снега.....	26
4.5. Определение затрат по снегоборьбе на станции.....	28
4.6. Продолжительность работы снегоочистителя.....	29
4.7. Количество рабочих для погрузки снега при вывозке его поездами...30	
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	31
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. Углы крестовин и их тригонометрические функции...32	
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Эпюра одиночного обыкновенного стрелочного перевода.....	33
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Схема производства основных работ в «окно».....	34
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Схема производства основных работ в «окно».....	35

ПРИЛОЖЕНИЕ 5. График производства основных работ в «окно».....	36
ПРИЛОЖЕНИЕ 6. График производства основных работ в «окно».....	37
ПРИЛОЖЕНИЕ 7. Средства и способы борьбы со снежными заносами на железных дорогах.....	38
ПРИЛОЖЕНИЕ 8. Схема станции.....	39
ПРИЛОЖЕНИЕ 9. Ведомость объемов работ по очистке путей от снега первой очереди.....	40

ПУТИ СООБЩЕНИЯ

Методические указания

Составители **А.А. Бекиш, В.Б. Захаров, М.В. Бушуев, Е.Н. Третьякова**

Рецензент профессор Л.С. БЛАЖКО

План 2018 г., №

Отпечатано в авторской редакции.

Подписано в печать с оргигинал-макета

Формат 60×84 1/16. Бумага для множ. апп. Печать офсетная.

Усл. печ. л. Уч.-изд. Л. 2,6. Тираж 350.

Заказ Цена 20 р.

Петербургский государственный университет путей сообщения.

190031, СПб., Московский пр., 9.

Типография ПГУПС. 190031, СПб., Московский пр., 9.