

Министерство транспорта Российской Федерации
Федеральное агентство железнодорожного транспорта

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ

Кафедра «Технологии грузовой и коммерческой работы, станции и узлы»

УСТРОЙСТВО ВЕРХНЕГО СТРОЕНИЯ ПУТИ И ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ ЕГО РЕМОНТА

задание и методические указания к выполнению
курсового проекта по дисциплине «Пути сообщения»
для обучающихся специальности 230504
«Эксплуатация железных дорог» очной и заочной форм обучения

Составитель: А.В. Эрлих

Самара
2017

УДК 625.1 (075)

Задание и методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Пути сообщения» для обучающихся специальности 230504 «Эксплуатация железных дорог» очной и заочной форм обучения [Текст] / составители: А.В. Эрлих. – Самара: СамГУПС, 2017. – 49 с.

Утверждены на заседании кафедры 12.01.2017 г., протокол № 6

В указаниях приведены исходные данные, общие требования, рассмотрены разделы и рекомендации для разработки курсового проекта по дисциплине «Пути сообщения». Приведены основные справочные материалы и примеры расчетов разделов курсового проекта.

Составители: Эрлих Антон Владимирович, к.т.н., доцент

Рецензенты: к.т.н., доцент СамГУПС В.И. Александров;
к.т.н., доцент СамГУПС С.А. Галанский.

Редактор:

Компьютерная верстка:

Подписано в печать Формат 60x80 1/16

Бумага писчая. Печать оперативная. Усл. п. л.

Тираж экз. Заказ №

Введение

Методические указания составлены в соответствии с рабочей программой дисциплины «Пути сообщения».

Выполнение данного курсового проекта является базой для формирования у студентов следующих компетенций:

– ОК-4. Знать: историю развития Российских железных дорог; развитие и совершенствование технических средств; развитие и совершенствование технических средств; этапы становления науки и техники. Уметь: анализировать исторические события и их влияние на развитие технологий текущего содержания пути и технических средств; делать выводы на основе анализа исторических событий; применять исторический опыт развития технологий и техники для дальнейшего их совершенствования. Владеть: общими понятиями о железнодорожном транспорте; информацией об историческом развитии железных дорог; навыками анализа и оценки исторических событий.

– ПК-5. Знать: устройство железнодорожного пути, верхнее и нижнее строение пути; основы ведения путевого хозяйства; нормативно-технические документы по содержанию объектов инфраструктуры; влияние технико-технологических параметров объектов инфраструктуры на пропускную и перерабатывающую способность линий. Уметь: выявлять неисправности объектов инфраструктуры угрожающие безопасности движения; производить оценку технического состояния объектов инфраструктуры; выявлять резервы повышения пропускной и перерабатывающей способности объектов инфраструктуры за счет их рационального использования. Владеть: методикой проведения экспертиз технической документации; навыками разработки и составления технической документации для объектов инфраструктуры; методикой по обнаружению неисправностей объектов инфраструктуры.

– ПК-21. Знать: существующую технологию производства текущего содержания пути и капитального ремонта пути; назначение технических средств и виды работ выполняемых ими с целью разработки и составления планов размещения оборудования и организации рабочих мест; современные инновационные методы организации производства текущего содержания пути и капитального ремонта пути. Уметь: составлять схемы и планы размещения оборудования, технического оснащения и организации рабочих мест; рассчитывать мощность и загрузку оборудования при производстве текущего содержания и ремонта пути; разрабатывать планы размещения технического оборудования и обслуживающего персонала в соответствии с современными технологиями производства путевых работ. Владеть: методикой по расчету и определению продолжительности путевых работ; навыками по определению количества и вида технических средств при производстве путевых работ; навыками по определению загрузки технических средств при производстве путевых работ.

– ПСК-1.4. Знать: нормы и допуски по содержанию объектов инфраструктуры, способы и средства их измерений; существующие комплексные системы диагностики и мониторинга объектов инфраструктуры и их недостатки; параметры элементов пути влияющих на безопасность движения и способы их диагностики и мониторинга. Уметь: проводить измерения геометрических, осевых размеров и параметров элементов железнодорожного пути; работать с системами дефектоскопии, мониторинга и диагностики; формулировать задачи для формирования требований к разработке новых систем диагностики и мониторинга. Владеть: методикой диагностики элементов верхнего строения пути и определению их сроков службы; знаниями по системам

диагностики и мониторинга применяющимися на зарубежных железных дорогах; навыками по разработке технического задания для создания новых систем

– ПСК-1.6. Знать: достоинства и недостатки элементов железнодорожного пути с целью выбора наиболее оптимальных вариантов строительства и реконструкции при определенных местных условиях; особенности проектирования железнодорожного пути для скоростного и высокоскоростного движения поездов; влияние конструкций пути на пропускную способность железнодорожных линий, участков. Уметь: выбирать определенные конструкции верхнего строения пути в зависимости от эксплуатационных факторов; производить расчеты по определению экономической эффективности предлагаемых конструкций пути; производить технико-экономическое сравнение различных вариантов строительства и реконструкции железнодорожных линий, станций, узлов. Владеть: методикой по определению экономической эффективности реконструкции линий, узлов, станций; навыками проектирования железнодорожных линий в зависимости от различных местных условий; навыками по расчету капитальных вложений и эксплуатационных затрат верхнего строения пути при строительстве скоростных и высокоскоростных линий.

Общие требования к выполнению курсового проекта

Курсовой проект состоит из пояснительной записки и графической части.

Задание на курсовой проект должно быть помещено в начале пояснительной записки. Пояснительная записка пишется на одной стороне листа бумаги, иллюстрируется графиками, таблицами, схемами и оформляется в полном соответствии с требованиями к оформлению.

В конце приводится перечень использованных источников. В тексте следует ссылаться на использованные источники. Графическая часть выполняется на миллиметровой бумаге форматов А4 и А3.

Задание на выполнение курсового проекта

Задание на курсовой проект приведено в таблицах 1–4. Номер варианта выдается преподавателем во время проведения практических занятий.

В четных вариантах участки АБ являются однопутными, БВ – двухпутными, в нечетных наоборот. Длину снимаемого звена в четных вариантах принять 12,5 м., в нечетных 25 м. Тип путеукладочного крана для проведения работ в «окно» принять в зависимости от длины снимаемого звена, если длина звена составляет 12,5 м, то тип путеукладочного крана УК25/21, если длина звена 25 м. то - УК25. Тип рельсов снимаемых при производстве капитального ремонта пути и материал подрельсового основания принять из 1 раздела курсового проекта согласно данным участка АБ. Тип укладываемых рельсов во время проведения капитального ремонта пути Р-50, материал подрельсового основания во время проведения окна остается без изменения. Во всех вариантах следует принять, что конструкция крестовины цельнолитая. Вид станционного парка выбирается из таблицы 4 и приведен на рисунке 5.2. Типы снегоуборочной машины для очистки путей от снега принимаются по указанию преподавателя СМ-2, ПСС-1, СМ-6.

Таблица 1 – Исходные данные к первому разделу

№ варианта	Количество грузовых поездов		Масса грузовых поездов		Количество пассажирских поездов		Скорость движения пассажирских поездов, км/ч		Материал подрельсового основания		Развернутая длина участка пути, км		Техническая скорость км/ч	
	АБ	БВ	АБ	БВ	АБ	БВ	АБ	БВ	АБ	БВ	АБ	БВ	АБ	БВ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	29	25	4100	5800	11	14	84	109	ЗД	БЖ	181	209	44	56
2	21	37	5000	3700	18	12	130	78	БЖ	ЗД	208	183	55	70
3	54	30	4800	4800	4	7	116	126	ЗД	БЖ	163	144	51	68
4	38	18	4700	5300	17	11	110	127	ЗД	БЖ	221	196	49	61
5	41	10	4000	5200	15	16	90	126	ЗД	БЖ	204	191	74	47
6	27	4	4600	3900	17	31	86	204	ЗД	БЖ	149	163	63	52
7	19	37	5700	3800	13	17	101	86	БЖ	ЗД	156	213	58	74
8	9	25	5100	4500	19	15	79	105	БЖ	ЗД	198	226	69	55
9	33	22	5700	4900	20	10	82	136	ЗД	БЖ	157	243	68	57
10	29	17	5100	5700	14	9	76	114	ЗД	БЖ	222	157	57	69
11	41	30	4800	3800	10	19	137	85	БЖ	ЗД	198	234	68	51
12	10	43	3500	5000	25	18	170	94	БЖ	ЗД	230	159	55	46
13	41	16	3400	3900	19	17	138	118	ЗД	БЖ	175	202	63	76
14	39	14	4600	4500	14	13	77	80	ЗД	БЖ	205	160	72	61
15	10	22	4400	4500	27	11	154	91	БЖ	ЗД	226	273	64	48
16	22	35	4300	4300	19	20	89	79	БЖ	ЗД	157	183	59	72
17	13	24	5700	4900	13	14	90	72	БЖ	ЗД	147	190	53	73
18	41	9	5600	4700	10	20	123	137	ЗД	БЖ	197	149	50	67
19	20	30	5500	5700	18	16	115	98	БЖ	ЗД	196	163	71	53
20	37	21	5200	5100	20	9	84	100	ЗД	БЖ	198	134	55	67
21	6	31	3600	3300	34	20	158	99	БЖ	ЗД	192	206	72	60
22	4	35	3800	3700	34	11	204	98	БЖ	ЗД	215	165	75	55
23	44	16	4900	4200	15	15	110	102	БЖ	ЗД	222	185	74	61
24	43	22	3700	5700	10	8	110	125	ЗД	БЖ	219	155	60	71
25	36	23	3500	5100	15	18	76	82	ЗД	БЖ	145	179	69	46
26	10	6	5500	3700	13	45	96	148	ЗД	БЖ	222	170	52	73
27	20	40	5000	4000	15	8	107	88	ЗД	БЖ	199	154	69	46
28	35	43	4400	5900	18	13	108	105	БЖ	ЗД	161	193	73	57
29	45	38	5000	5500	11	4	80	104	ЗД	БЖ	177	207	61	75
30	42	23	4000	5100	14	10	129	113	БЖ	ЗД	182	230	49	62
31	15	28	4100	4700	12	18	135	94	БЖ	ЗД	208	230	71	51
32	28	29	3800	4700	20	15	73	123	БЖ	ЗД	224	154	75	58
33	4	12	4900	4700	34	20	198	101	БЖ	ЗД	209	126	54	75
34	7	15	5900	5700	27	13	107	74	БЖ	ЗД	165	203	66	56
35	36	9	4400	4600	18	20	70	132	ЗД	БЖ	141	208	51	64
36	16	34	5400	5300	14	17	116	89	БЖ	ЗД	226	198	52	70
37	26	8	5900	4000	15	21	119	133	ЗД	БЖ	174	222	47	64
38	6	10	3900	4900	48	18	167	98	БЖ	ЗД	222	156	68	53
39	37	15	5200	4100	13	17	115	79	БЖ	ЗД	190	156	73	62
40	24	20	5500	3700	11	20	95	139	ЗД	БЖ	142	216	52	67
41	8	9	3600	5600	34	15	167	110	БЖ	ЗД	202	173	46	50
42	6	19	3500	4000	51	16	157	79	БЖ	ЗД	167	148	70	50
43	22	13	5600	5200	17	14	97	125	ЗД	БЖ	204	159	54	68
44	27	7	4300	3300	15	37	97	176	ЗД	БЖ	207	189	76	57
45	26	11	5800	5300	17	10	105	137	ЗД	БЖ	221	175	51	69
46	5	34	4200	4800	37	18	203	73	ЗД	БЖ	229	160	51	72
47	45	26	4600	3500	19	12	97	125	ЗД	БЖ	141	214	71	56
48	18	7	3700	4200	20	34	88	135	ЗД	БЖ	162	200	74	59
49	17	27	5200	4500	14	17	120	79	БЖ	ЗД	183	158	46	72
50	18	37	5300	5300	10	16	82	113	ЗД	БЖ	178	154	56	75
51	15	6	4200	4100	25	34	97	128	ЗД	БЖ	162	227	50	77
52	12	9	4800	5200	19	12	74	95	БЖ	ЗД	199	181	55	72

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
53	23	17	5700	3500	34	14	94	74	БЖ	ЗД	202	198	77	46
54	26	8	5700	4800	27	34	81	184	ЗД	БЖ	205	183	47	75
55	12	37	5300	4200	19	12	106	99	ЗД	БЖ	171	215	68	56
56	10	21	4600	5800	13	13	116	105	БЖ	ЗД	193	226	74	44
57	34	6	5900	5100	10	34	96	201	ЗД	БЖ	156	220	68	57
58	35	11	5800	5400	18	24	105	136	ЗД	БЖ	153	219	55	44
60	26	10	4800	3500	20	41	99	181	ЗД	БЖ	221	175	46	57

Примечание. БЖ – бесстыковой путь на железобетонных шпалах; ЗД – звеньевой путь на деревянных шпалах

Таблица 2 - Исходные данные ко второму и третьему разделу

№ вариант	Расход воды, м ³ /с	Поперечный уклон местности на перегоне и станции	Высота насыпи	Глубина выемки	Количество путей на станции	Заданная годовая программа ремонта пути Q, км	Срок выполнения программы Т, дни	Период предоставления «окон», n	Серия тепловоза	Тип хоппер-дозатора	Объем щебня выгруженного на 1 км работ, м ³
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	4,2	1/15	6,9	8	6	122	107	2	ТЭ2	ЦНИИ-3	657
2	6,9	1/20	5,3	10	5	130	92	3	ТЭ3	ЦНИИ-3	875
3	4,9	1/9	5	7	3	92	125	3	ТЭ2	ЦНИИ-ДВЗ	621
4	6,2	1/11	4,8	8,7	6	113	117	2	ТЭ2	ЦНИИ-3	634
5	6	1/12	4,6	7,2	4	105	103	3	2ТЭ10	ЦНИИ-2	673
6	5,1	1/6	4,9	8,4	3	101	114	3	ТЭ3	ЦНИИ-2	659
7	6,8	1/4	3,8	7,2	5	87	108	2	ТЭ3	ЦНИИ-2	895
8	5,8	1/12	5,3	7,7	4	110	128	2	ТЭ3	ЦНИИ-ДВЗ	752
9	2,4	1/19	6,5	7,2	3	103	145	2	ТЭ2	ЦНИИ-2	642
10	3,3	1/14	4,2	8,3	7	80	150	3	2ТЭ10	ЦНИИ-3	854
11	6,4	1/12	4	6,2	4	93	128	3	2ТЭ10	ЦНИИ-2	639
12	5,4	1/10	5,4	9,4	5	88	124	3	ТЭ3	ЦНИИ-3	729
13	5,0	1/19	5,6	7,6	5	90	93	2	2ТЭ10	ЦНИИ-3	840
14	5,6	1/18	5	6,4	3	107	103	3	ТЭ2	ЦНИИ-3	861
15	7,4	1/13	4	9,4	6	91	129	2	2ТЭ10	ЦНИИ-3	869
16	1,3	1/15	6,2	6,7	4	86	145	3	2ТЭ10	ЦНИИ-ДВЗ	817
17	3,6	1/15	6,5	8,9	6	93	101	2	2ТЭ10	ЦНИИ-2	887
18	2,9	1/13	4,5	9	5	127	105	2	ТЭ3	ЦНИИ-3	739
19	6,2	1/13	5,3	6,3	5	84	105	3	2ТЭ10	ЦНИИ-ДВЗ	753
20	4,4	1/15	6,1	8,8	6	107	143	3	ТЭ3	ЦНИИ-2	727
21	7,9	1/14	7	9,3	7	128	98	2	ТЭ2	ЦНИИ-3	745
22	5,7	1/13	5,2	9,9	5	125	140	3	ТЭ2	ЦНИИ-ДВЗ	814
23	6,1	1/17	4,4	7,7	4	109	113	2	ТЭ2	ЦНИИ-2	673
24	4,3	1/18	4,8	7,3	3	117	116	3	2ТЭ10	ЦНИИ-3	623
25	6,3	1/17	5,9	6,5	4	122	146	2	ТЭ2	ЦНИИ-ДВЗ	771
26	6,5	1/9	4,4	6,1	6	97	131	2	2ТЭ10	ЦНИИ-2	750
27	4,5	1/13	5,9	6,9	7	96	146	2	ТЭ3	ЦНИИ-3	807
28	4,9	1/9	6,6	6,4	5	101	127	3	2ТЭ10	ЦНИИ-3	624
29	5,0	1/9	5,8	7	3	97	134	2	2ТЭ10	ЦНИИ-2	760
30	6,7	1/17	6,4	9,8	3	95	90	3	ТЭ2	ЦНИИ-3	666
31	4,5	1/9	6,7	8,8	6	102	140	3	2ТЭ10	ЦНИИ-ДВЗ	725
32	6,2	1/6	4,6	6,7	4	111	123	3	ТЭ2	ЦНИИ-3	805
33	7,5	1/18	4,6	8,9	7	90	140	2	2ТЭ10	ЦНИИ-3	608
34	4,4	1/20	6,5	7,3	3	81	146	3	2ТЭ10	ЦНИИ-2	746
35	4,1	1/10	4,5	7	5	91	145	3	ТЭ2	ЦНИИ-ДВЗ	895
36	2,8	1/13	6,9	6,7	3	88	129	3	ТЭ3	ЦНИИ-2	664
37	2,7	1/9	6,7	9,4	5	94	123	3	ТЭ3	ЦНИИ-3	776
38	5,6	1/4	3,7	6,7	5	104	128	3	2ТЭ10	ЦНИИ-ДВЗ	867

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
39	5,1	1/5	3,4	6,4	6	89	147	3	2ТЭ10	ЦНИИ-3	788
40	5,3	1/12	5,5	8,5	4	93	106	3	ТЭ3	ЦНИИ-3	767
41	3,5	1/18	4,8	6,1	4	98	117	2	ТЭ3	ЦНИИ-ДВЗ	706
42	3,8	1/10	4,8	7,3	5	115	94	2	ТЭ2	ЦНИИ-3	632
43	5,2	1/16	4,5	6,4	5	92	98	3	2ТЭ10	ЦНИИ-2	802
44	5,1	1/19	4,5	6,6	4	110	136	3	ТЭ2	ЦНИИ-3	858
45	3,5	1/19	5,2	8,7	3	108	114	3	ТЭ2	ЦНИИ-2	859
46	4,2	1/13	5,4	6,1	5	112	112	2	2ТЭ10	ЦНИИ-2	850
47	2,2	1/6	6,4	6,6	3	122	129	2	ТЭ2	ЦНИИ-3	707
48	2,7	1/10	5,9	9,3	4	105	111	3	ТЭ3	ЦНИИ-ДВЗ	696
49	3,3	1/10	5,6	9,7	3	92	121	3	2ТЭ10	ЦНИИ-ДВЗ	662
50	5,0	1/4	4,1	8,6	3	130	90	2	2ТЭ10	ЦНИИ-3	796
51	4,5	1/10	6,3	9,7	3	109	148	3	ТЭ2	ЦНИИ-2	633
52	4,6	1/16	4,2	7,7	3	94	110	2	ТЭ2	ЦНИИ-3	839
53	4,7	1/7	5,7	8,4	4	99	148	3	ТЭ2	ЦНИИ-ДВЗ	858
54	3,8	1/10	4,1	9	3	115	92	2	2ТЭ10	ЦНИИ-2	890
55	5,0	1/9	4,2	6,1	6	126	125	3	ТЭ3	ЦНИИ-ДВЗ	694
56	3,9	1/20	6,1	8,3	5	113	110	2	ТЭ3	ЦНИИ-2	688
57	5,6	1/19	5,5	8	7	122	126	2	ТЭ2	ЦНИИ-ДВЗ	678
58	4,1	1/20	5,9	9,4	4	98	147	2	ТЭ2	ЦНИИ-3	795
59	3,2	1/12	7	9,1	3	111	123	3	ТЭ2	ЦНИИ-ДВЗ	659
60	5,1	1/8	6,3	8,7	6	89	133	3	2ТЭ10	ЦНИИ-2	823

Таблица 3 – Исходные данные к четвертому разделу

№ варианта	Тип рельсов стрелочно-го перевода	Длина криволинейного остряка, $l_{остр}$, м	Марка крестовины	Допускаемое значение показателя потери кинетической энергии W_o , м/с	Допускаемое значение центробежного ускорения j_o , м/с ²	Допускаемая скорость движения на боковой путь, м/с
1	2	3	4	5	6	7
1	P50	8,4	1/9	0,224	0,49	10,4
2	P65	13,7	1/12	0,22	0,52	11,9
3	P75	7,3	1/11	0,23	0,45	11,7
4	P50	6,4	1/8	0,25	0,65	10,9
5	P65	11	1/15	0,216	0,55	16,1
6	P75	15	1/18	0,215	0,41	18
7	P75	18,3	1/21	0,257	0,52	25,9
8	P75	16,4	1/20	0,219	0,6	25,9
9	P65	10,9	1/13	0,228	0,51	14,8
10	P50	6,9	1/10	0,226	0,58	12
11	P75	13,8	1/17	0,215	0,47	18
12	P65	18,7	1/22	0,211	0,39	23,6
13	P65	7,9	1/10	0,226	0,49	10,9
14	P75	14,7	1/18	0,22	0,4	18,4
15	P65	10,7	1/15	0,228	0,5	15,6
16	P65	11,6	1/16	0,222	0,47	16
17	P75	15,9	1/20	0,236	0,58	25,8
18	P50	7,9	1/9	0,215	0,57	10,7
19	P75	8,1	1/12	0,223	0,45	12,4
20	P50	5,7	1/7	0,24	0,61	9,1
21	P65	7,1	1/7	0,241	0,59	9,0
22	P50	6,1	1/7	0,241	0,6	9,1
23	P75	14,5	1/18	0,215	0,4	18,1
24	P65	6,9	1/9	0,23	0,54	10,7
25	P50	6,5	1/8	0,235	0,6	10,3
26	P75	14	1/17	0,218	0,45	17,5
27	P65	8,5	1/12	0,225	0,55	13,6
28	P75	13,1	1/16	0,217	0,51	17

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7
29	P50	7,2	1/10	0,234	0,56	11,9
30	P65	9,3	1/14	0,224	0,61	15,8
31	P75	16	1/20	0,227	0,51	24,7
32	P50	18	1/22	0,222	0,51	28,5
33	P65	7,8	1/11	0,221	0,53	12,6
34	P75	14,1	1/18	0,215	0,41	17,9
35	P65	8,3	1/12	0,22	0,49	13,1
36	P65	17,9	1/21	0,249	0,46	24,6
37	P65	15,9	1/19	0,236	0,58	24
38	P75	12,1	1/15	0,222	0,56	16,3
39	P65	11,6	1/14	0,227	0,51	15,1
40	P50	6,4	1/8	0,235	0,59	10,1
41	P75	18	1/19	0,234	0,47	15,8
42	P65	7,3	1/11	0,229	0,46	11,8
43	P50	18,3	1/21	0,241	0,39	22,9
44	P75	16,2	1/19	0,222	0,4	15
45	P50	5,9	1/7	0,27	0,6	9,5
46	P75	14	1/17	0,215	0,45	16,8
47	P65	17,5	1/21	0,249	0,43	23,7
48	P75	19	1/19	0,225	0,41	16
49	P75	12,7	1/17	0,211	0,46	18,1
50	P50	7,4	1/10	0,225	0,48	13,1
51	P05	17	1/19	0,236	0,53	17
52	P75	7,4	1/11	0,221	0,55	12,2
53	P50	18,5	1/22	0,232	0,61	28,9
54	P75	17,5	1/19	0,221	0,57	19,2
55	P65	7	1/9	0,231	0,45	9,8
56	P50	6,1	1/7	0,24	0,58	9,1
57	P65	18,4	1/22	0,255	0,57	28,9
58	P50	6	1/8	0,231	0,59	10,3
59	P50	15,9	1/20	0,216	0,44	23,1
60	P50	6,5	1/8	0,235	0,58	10,1

Таблица 4 – Исходные данные к пятому и шестому разделу

№ варианта	Вид станционного парка	Полезная длина путей, м	Средняя ширина междупутья, м	Толщина слоя снега, м	Дальность отвоза снега, км	Средняя скорость движения поезда на разгрузку, км/ч	Срок очистки путей от снега, сут.
1	2	3	4	6	7	8	9
1	А	1000	4,9	0,17	3,7	26	0,8
2	Е	1010	5,2	0,25	5,6	35	0,32
3	Ж	900	5	0,18	5,3	26	0,32
4	Б	1080	5,3	0,12	5,4	33	0,2
5	З	960	5,3	0,25	3	40	0,37
6	В	940	4,8	0,14	3,8	29	0,24
7	Б	920	5,5	0,3	5,9	33	0,28
8	З	1030	5,1	0,29	4,6	30	0,4
9	Е	1190	4,8	0,19	3,5	21	0,36
10	Д	910	4,8	0,4	6,8	21	0,2
11	В	1080	4,9	0,22	3,6	28	0,3
12	Е	1010	4,8	0,34	3	23	0,37
13	А	920	5	0,26	4,8	37	0,27
14	Б	900	5,4	0,37	4	22	0,34
15	А	1010	5,4	0,31	5	29	0,27
16	З	1140	5	0,12	3,8	27	0,39
17	Ж	1120	5	0,14	6,8	38	0,23
18	А	1020	5,2	0,4	3,7	35	0,29
19	Г	1150	4,8	0,36	4,2	24	0,25

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8
20	Е	1040	4,8	0,23	4,1	28	0,26
21	В	1180	5,2	0,15	5,2	33	0,38
22	Г	1020	5,4	0,13	4,1	32	0,25
23	Д	910	4,9	0,25	3,8	40	0,26
24	Ж	1170	4,9	0,21	3,1	37	0,29
25	З	1150	5,5	0,35	3,5	35	0,36
26	Г	940	5,1	0,15	6,7	30	0,33
27	В	1100	4,8	0,19	6,2	35	0,29
28	Ж	980	5,1	0,11	3,9	26	0,38
29	А	980	4,9	0,12	5,2	40	0,35
30	Е	1070	5	0,32	5,7	34	0,32
31	Ж	880	4,8	0,22	3,1	30	0,2
32	А	900	5,2	0,31	6,3	21	0,4
33	Б	980	5,5	0,37	6,5	29	0,2
34	З	1010	4,9	0,27	5,8	37	0,37
35	Ж	1180	5,4	0,14	3,9	36	0,28
36	Д	1160	5	0,18	4,3	29	0,37
37	З	860	5,1	0,22	5,6	29	0,3
38	Г	1190	4,9	0,26	5,6	29	0,34
39	А	860	4,9	0,19	6,7	35	0,28
40	З	1200	4,9	0,27	5,5	35	0,35
41	Е	890	5,1	0,22	5	34	0,39
42	Г	880	5,5	0,4	6	33	0,29
43	Б	1130	5,3	0,32	3,7	23	0,23
44	В	880	5,3	0,39	6,1	29	0,22
45	Г	920	5	0,19	6,4	35	0,35
46	Б	880	5,2	0,15	6,3	37	0,26
47	Ж	880	5,5	0,13	3,5	26	0,35
48	Г	990	4,8	0,18	7	24	0,33
49	Б	1030	5	0,12	4,8	22	0,21
50	А	1170	5,2	0,22	6,5	35	0,21
51	В	1110	5,1	0,26	3,5	30	0,37
52	З	900	4,8	0,14	4,1	24	0,25
53	В	900	4,8	0,36	6,3	38	0,34
54	Е	1070	5,5	0,4	5,1	24	0,3
55	А	1020	4,9	0,33	3,3	40	0,21
56	Д	900	5,1	0,33	4,7	21	0,34
57	А	1140	4,8	0,14	3	40	0,35
58	Б	1080	4,8	0,37	3,2	27	0,26
59	Б	890	4,8	0,37	4,4	25	0,25
60	З	1090	5,2	0,16	4,3	22	0,23

1 Выбор конструкции верхнего строения пути

1.1 Определение грузонапряженности на заданном участке

Грузонапряженность участка является одним из основных эксплуатационных факторов, влияющих на конструкцию железнодорожного пути. Грузонапряженность в тонно-километрах брутто на километр в год определяется по формуле:

$$\Gamma = 365(Q_{gp} \cdot n_{gp} + Q_n \cdot n_n) \cdot \alpha \quad (1.1)$$

где Q_{gp}, Q_n - масса брутто грузовых, пассажирских поездов, т;

n_{gp}, n_n - количество грузовых, пассажирских поездов;

α - коэффициент неравномерности движения поездов принимается равным 0,95.

Массу пассажирских поездов принять 1200т.

1.2 Определение классификации железнодорожной линии и пути

Система ведения путевого хозяйства основана на классификации путей в соответствии с распоряжением ОАО «РЖД» от 31.12.2015 г № 3212р. Все железнодорожные линии ОАО «РЖД» классифицируются, в зависимости от вида выполняемой на них работы и интенсивности движения (см. таблицу 1.1). Специализация железнодорожных линий приведена в таблице 1.2.

Таблица 1.1 – Классы железнодорожных линий

Годовая приведенная грузонапряженность, млн. ткм брутто/км год	Классы железнодорожных линий при технической скорости движения поездов, км/ч (числитель - пассажирские, знаменатель - грузовые)							
	$\frac{>110}{>90}$	$\frac{>77 \text{ и } <110}{>77 \text{ и } <90}$	$\frac{>66 \text{ и } <76}{>54 \text{ и } <76}$	$\frac{>55 \text{ и } <65}{>49 \text{ и } <53}$	$\frac{>44 \text{ и } <54}{>43 \text{ и } <48}$	$\frac{>33 \text{ и } <43}{>33 \text{ и } <42}$	$\frac{>23 \text{ и } <32}{>23 \text{ и } <32}$	22 и менее
Более 150	-	1	1	1	1	1	1	2
81-150	-	1	1	1	1	2	2	3
51-80	-	1	1	1	2	2	3	4
26-50	1	1	2	2	3	3	4	4
11-25	1	1	2	3	3	4	4	5
5-10	1	2	3	3	4	4	5	5
5 и менее	-	2	3	4	4	5	5	5

Таблица 1.2 – Специализация железнодорожных линий

Специализация железнодорожных линий	Условные обозначения	Параметры специализации железнодорожных линий, единица измерения
1	2	3
Высокоскоростная железнодорожная линия	В	установленная скорость движения пассажирских поездов более 200 км/ч
Скоростная железнодорожная линия	С	установленная скорость движения пассажирских поездов от 141 до 200 км/ч включительно

Продолжение таблицы 1.2

1	2	3
Железнодорожная линия с преимущественно пассажирским движением	П	суммарные размеры движения пассажирских и пригородных поездов по поездо-участку более 60% общего количества пар поездов в сутки в соответствии с нормативным графиком движения поездов
Железнодорожная линия с преимущественно грузовым движением	Г	размеры грузового движения более 60% общего количества пар поездов в сутки в соответствии с нормативным графиком движения поездов
Особо грузонапряженная железнодорожная линия	О	железнодорожная линия с приведенной грузонапряженностью более 150 млн.т км брутто/км)
Железнодорожная линия с тяжеловесным грузовым движением	Т	норма массы состава грузового поезда в нормативном графике движения поездов 6300 т и более; доля размеров движения поездов массой 6300 т и более - 15% и более от суммарных размеров движения грузовых поездов по линии
Малоинтенсивные линии	М	Суммарные размеры движения пассажирских и грузовых поездов 8 и менее пар поездов в сутки; приведенная грузонапряженность 5,0 и менее млн.т км брутто/км в год.

В целях оптимизации эксплуатационных расходов путевого комплекса железнодорожные пути классифицируются с учетом грузонапряженности конкретного пути (группы А, Б, В, Г, Д, Е) и допускаемых по нему скоростей движения пассажирских и грузовых поездов (подгруппы С₁ С₂, 1, 2, 3, 4, 5, 6), а также дополнительных критериев, учитывающих условия эксплуатации (см. таблицу 1.3).

Таблица 1.3 – Классы железнодорожных путей

Группа пути	Грузонапряженность, млн. т км брутто/км год	Подгруппы пути - установленные скорости движения поездов, км/ч (числитель - пассажирские, знаменатель - грузовые)							
		С ₂	С ₁	1	2	3	4	5	6
		$\frac{201-250}{100}$ (121-140)*	$\frac{141-200}{100}$ (101-120)*	$\frac{121-140}{91-100}$	$\frac{101-120}{81-90}$	$\frac{81-100}{71-80}$	$\frac{61-80}{61-70}$	$\frac{41-60}{41-60}$	40 и менее
А	Более 80	1	1	1	1	1	2	2	3
Б	51-80	1	1	1	1	2	2	3	3
В	26-50	1	1	1	2	2	3	3	4
Г	11-25	1	1	1	2	3	3	4	4
Д	6-10	1	1	2	3	4	4	4	5
Е	5 и менее	-	-	-	-	4	4	5	5

Примечания:

* – грузовых до 100 км/ч, грузовых ускоренных до 120 км/ч и рефрижераторных до 140 км/ч.

1. При количестве графиковых пригородных и пассажирских поездов с максимальными скоростями движения 80 км/ч и более, независимо от значения грузонапряженности, путь должен быть не ниже:

- 1 класса - более 100 поездов в сутки;
- 2 класса - 31 - 100 поездов в сутки;
- 3 класса - 6 - 30 поездов в сутки.

2. На участках со сложным планом пути, на которых протяженность кривых с радиусом менее 350 м составила более 20% всего протяжения или протяженность всех кривых - более 40%, при прочих равных условиях класс пути повышается на один класс.

3. Пути сортировочных горок классифицируются в зависимости от объемов среднесуточной переработки вагонов:

сортировочные горки большой и повышенной мощности: переработка в среднем в сутки 3500 вагонов и выше или при числе путей в сортировочном парке 30 и более - относятся к 2 классу;

сортировочные горки средней мощности: переработка в среднем в сутки от 1500 до 3500 вагонов или при числе путей в сортировочном парке от 17 до 29 - относятся к 3 классу;

сортировочные горки малой мощности: переработка в среднем в сутки от 250 до 1500 вагонов или при числе путей в сортировочном парке до 16 включительно - относятся к 4 классу;

Структура обозначения (кодирования) железнодорожного пути состоит из 5 значений и записывается в следующем порядке: класс линии (таблица 1.1.), специализация линии (таблица 1.2.), класс пути (таблица 1.3), группу пути (таблица 1.3), подгруппу пути (таблица 1.3).

На основании исходных данных необходимо определить кодирование пути и характеристику верхнего строения пути для заданного участка, исходя из класса пути. Основные типы и характеристики верхнего строения пути представлены в таблице 1.2.

Таблица 1.4 - Основные типы и характеристики верхнего строения пути

Класс пути					
1 (C ₁ и C ₂)	1	2	3	4	5
Конструкция пути					
Бесстыковой путь на железобетонных шпалах				Бесстыковой путь на железобетонных шпалах и звеньевой путь на деревянных шпалах	
Рельсы					
Р 65, 350 СС, новые, класс прямолинейности А	Р 65, 370 ИК, 350, 350НН новые, класс прямолинейности В и С		Р 65, старогодные I группы годности репрофилированные	Р 65 старогодные I-III группы годности	
Промежуточные рельсовые скрепления					
С упругой клеммой, новые			Новые и старогодные, в т.ч. отремонтированные	старогодные, в т.ч. отремонтированные; новые в количественном соотношении не более 30%.	
Шпалы и их эпюра укладки					
Новые, железобетонные I сорта			Старогодные железобетонные, новые деревянные		
В прямых 1840 шт/км, в кривых радиусом 1200 м и менее - 2000 шт/км				На прямых 1600 шт, на кривых радиусом 1200 м и менее - 1840 шт/км	
Виды работ при замене верхнего строения пути					
Реконструкция (модернизация), капитальный ремонт на новых материалах			Капитальный ремонт на старогодных материалах		

Примечание. Допускается по согласованию с Центральной дирекцией инфраструктуры ОАО «РЖД» (владельцем инфраструктуры) применение звеньевого пути на деревянных шпалах на путях 1-3 классов, групп В, Г и Д.

Применяемый вид балласта и размеры балластной призмы зависят от класса, подгруппы и специализации пути и должны соответствовать параметрам, приведенным в таблице 1.5.

Таблица 1.5 – Параметры балластной призмы

№ п/п	Характеристика пути	Обозначение специализации линий	Вид балласта	Толщина слоя балласта,см	Ширина плеча балластной призмы, см
1	Путь скоростной подгруппы С ₁	С	Щебень I категории по ГОСТ Р 54748- 2011	Не менее 35/40	40/45
2	Путь особогрузонапряженный, Г>80 млн. ткм бр./км год	О			
3	Путь скоростной подгруппы С ₂	С	Щебень I и II категорий по ГОСТ Р 54748- 2011		
4	Путь 1 и 2 классов	П или Г	Щебень II категории по ГОСТ Р 54748- 2011		
5	Путь с тяжеловесным движением	Т		-/40	-/45
6	Путь 3 класса			30/35	35/40
7	Путь 4 класса			25/30	25/40
8	Путь 5 класса	Г	Все виды щебня твердых пород фракций 25-60 мм	20/20	20/40
9	Пути малодетальные	М			

Примечание. В числителе указывается значения для звеньевых пути при деревянных шпалах; в знаменателе – для бесстыкового пути на железобетонных шпалах.

Ширина основной площадки земляного полотна должна обеспечивать наличие обочины шириной не менее чем 0,5 м. при размещении на ней балластной призмы нормативных размеров.

Для выбранного класса пути с использованием таблиц 1.4, 1.5. на миллиметровой бумаге вычерчивается поперечный профиль балластной призмы в масштабе 1:50. Принять основную площадку земляного полотна из не дренирующих грунтов (глинистые, мелкие и пылеватые пески). Поперечные профили балластной призмы на однопутном и двухпутном участке пути приведены в литературе [2, 4, 5].

Поперечный профиль балластной призмы на двухпутном участке пути при деревянных шпалах на прямой приведен на рисунке 1.1.

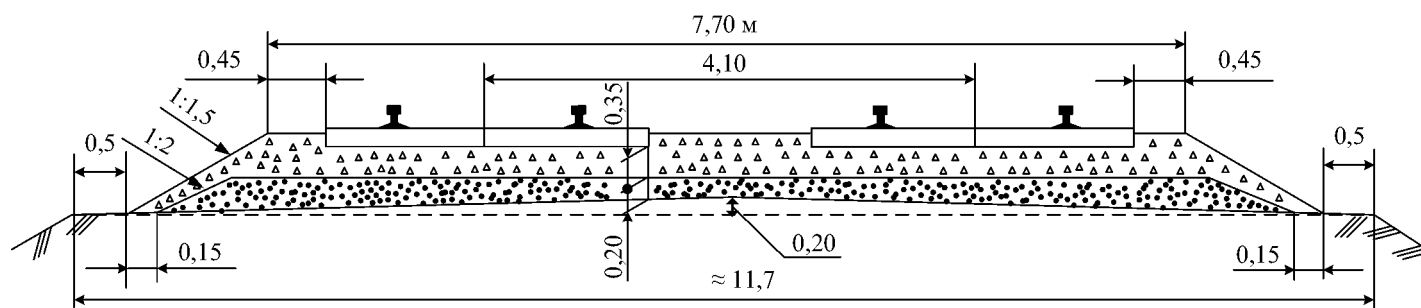


Рисунок 1.1 - Поперечный профиль балластной призмы двухпутный участок пути при деревянных шпалах на прямом участке пути

1.3 Определение норм периодичности выполнения ремонтно-путевых работ

Среднесетевые нормы периодичности ремонтов пути определяются с учётом нормативного ресурса (срока службы) конструкции пути, соответствующей определённому классу, группе и подгруппе пути.

Нормативные ресурсы и нормативные сроки службы железнодорожного пути различных классов, групп и категорий, определяющие среднесетевые нормы периодичности капитальных ремонтов на новых и старогодных материалах, приведены в таблице 1.6.

Таблица 1.6 - Среднесетевые нормы периодичности реконструкции и капитальных ремонтов пути на новых, старогодных материалах и ремонтные схемы

Класс и специализация линии	Класс, группа и подгруппа пути	Нормативный ресурс (нормативный срок службы) пути, (числитель - млн. т. бр., знаменатель - годы)		Ремонтные схемы - виды путевых работ и очередность их выполнения за межремонтный цикл
		Бесстыковой путь на железобетонных шпалах	Звеньевой путь на деревянных шпалах	
1	2	3	4	5
1В, 1С, 1П, 2П, 1Г, 2Г, 1О, 2О, 1Т, 2Т	1АС, 1А1, 1А2, 1А3, 1БС, 1Б1, 1Б2, 2А4, 2А5, 2Б3, 2Б4	1500/-	-	$K_n BCB(РИС) BCPK_n$
		750/-	600/-	$K_n BCBK_n$
1В, 1С, 1П, 2П, 1Г, 2Г, 1О, 2О, 1Т, 2Т	1ВС, 1В1, 2В2, 2В3	750/-	600/-	$K_n BVCBPK_n$
1В, 1С, 2С, 1П, 2П, 3П, 1Г, 2Г, 3Г, 1Т, 2Т, 3Т	1ГС, 1Г1, 2Г2, 1ДС, 2Д1	-/30	-/18	$K_n BVCBPK_n$
1П, 2П, 3П, 4П, 1Г, 2Г, 3Г, 4Г, 1Т, 2Т, 3Т, 4Т	3А6, 3Б5, 3Б6, 3В4, 3В5, 4В6	400	400	$K_{pc} BVCBPK_{pc}$
2П, 3П, 4П, 5П, 2Г, 3Г, 4Г, 5Г, 2Т, 3Т, 4Т, 5Т	3Г3, 3Г4, 4Г5, 4Г6, 3Д2	-/35	1 раз в 18 лет	$K_{pc} BVCBPK_{pc}$
3П, 4П, 5П, 3Г, 4Г, 5Г	4Д3, 4Д4, 4Д5, 4Д6	-/35	-/20	$K_{pc} BVCBPK_{pc}$
3П, 4П, 5П, 3Г, 4Г, 5Г, 3М, 4М, 5М	4Е3, 4Е4, 5Е5, 5Е6 и другие 5 класса	-/40	-/25	$K_{pc} BVCBPK_{pc}$

Работы по техническому обслуживанию пути подразделяются на следующие основные виды:

Капитальный ремонт железнодорожного пути на новых материалах (K_n)

предназначен для полной замены выработавшей ресурс рельсошпальной решетки на путях 1-го и 2-го классов и восстановления несущей способности балластной призмы. Включает в себя работы по верхнему строению пути и восстановлению водопропускной способности водоотводов. Капитальный ремонт пути на новых материалах назначается с учетом фактического его состояния при наработке не менее нормативной.

Капитальный ремонт пути на новых материалах проводится в соответствии с проектной документацией, учитывающей местные условия, состояние пути до ремонта, результатами обследований, требованиями к пути после ремонта и др.

Входят следующие основные работы: замена рельсошпальной решетки на новую; замена стрелочных переводов на новые того же типа; очистка щебеночной балластной призмы на глубину в соответствии с проектом, но не ниже 40 см; срезка обочин земляного полотна; доведение размеров балластной призмы до требуемых размеров; выправка, подбивка и стабилизация пути с постановкой на проектные отметки в профиле; ликвидация многорадиусности кривых, очистка и планировка водоотводов; срезка и уборка загрязнителей балласта; сварка плетей до длины блок-участка или перегона; шлифование поверхности катания рельсов

Капитальный ремонт пути на старогодных материалах (K_{pc}) предназначен для замены рельсошпальной решетки на более мощную или менее изношенную на путях 3-5 классов (стрелочных переводов на путях 4 и 5 классов), смонтированную из старогодных рельсов, новых и старогодных шпал и креплений.

Средний ремонт пути (С) предназначен для восстановления дренирующих и прочностных свойств балластной призмы и обеспечения равноупругости подрельсового основания.

Средний ремонт включает в себя: сплошную очистку щебеночного балласта на глубину под шпалой не менее 25 см или обновление загрязненного балласта других видов на глубину не менее 15 см под шпалой.

Средний ремонт пути проводится в зависимости от ремонтных схем в промежутке между капитальными ремонтами, или реконструкцией и капитальным ремонтом, или в промежутке между реконструкцией (капитальным ремонтом) и сплошной сменой рельсов.

Подъемочный ремонт пути (П) предназначен для восстановления равноупругости подшпального основания путем сплошной подъемки и выправки пути с подбивкой шпал, а также заменой дефектных рельсов негодных шпал и частичного восстановления дренирующих свойств балласта и должен выполняться как промежуточный вид ремонта на участках, где проводилась реконструкция железнодорожного пути или капитальный ремонт.

При подъемочном ремонте выполняются: сплошная выправка пути с подъемкой на 5 - 6 см и подбивкой шпал, добавлением балласта; локальная очистка загрязненного щебня в шпальных ящиках и за торцами шпал в местах появившихся выплесков на глубину не менее 10 см ниже подошвы шпал, а при других видах балласта — частичная замена загрязненного балласта на чистый; замена негодных шпал, креплений и другие работы.

Планово-предупредительный ремонт (В) предназначен для сплошной выправки пути и расположенных на них стрелочных переводов с подбивкой шпал с целью восстановления равноупругости подшпального основания и уменьшения степени неравномерности отступлений в положении рельсовых нитей по уровню и в плане, а также просадок пути. При планово-предупредительном ремонте пути выполняются

работы связанные с заменой дефектных рельсов, негодных шпал, заменой негодных креплений и установкой недостающих элементов креплений.

Планово-предупредительный ремонт пути выполняется машинным способом по методу фиксированных точек или с применением автоматизированных выправочных систем.

Назначение планово-предупредительного ремонта производится по результатам проверки пути путеизмерительными вагонами и натурным осмотром на участках с количеством негодных шпал, креплений и балластом, а также по результатам комплексной оценки состояния пути.

Сплошная замена рельсов в период между капитальными ремонтами пути, сопровождаемая работами в объемах среднего ремонта пути (РИС)

Сплошная смена рельсов производится с целью увеличения межремонтного срока после реконструкции железнодорожного пути до последующего капитального ремонта на участках бесстыкового пути сопровождается работами в объемах среднего ремонта пути на железобетонных шпалах, окажутся меньше табличных на 1/3 и более. При этом количество элементов креплений и шпал, требующих замены определяются по результатам осмотра пути.

Сплошная смена рельсов на новые и старогодные назначается при таком же предельно-допустимом количестве одиночного выхода рельсов, как и при назначении реконструкции и капитальных ремонтов пути на новых или старогодных материалах.

На участках пути 1 и 2 классов, перешедших из 3 класса, где ранее были уложены старогодные рельсы, производится смена старогодных рельсов на новые рельсы.

Исходя из классификации пути, выбранной в предыдущем пункте, необходимо определить нормы периодичности капитального ремонта пути с использованием таблицы 1.3. и определить нормативную потребность проведения путевых работ (км/год) по капитальному ремонту пути по всем заданным участкам используя формулу

$$l_k = \frac{\Gamma \cdot L}{T \cdot f} = \frac{L}{N \cdot f}, \quad (1.2)$$

где Γ - грузонапряженность участка, млн т·км брутто на 1 км в год;

N - количество лет, соответствующих нормативному периоду между капитальным ремонтом пути, лет (см. таблицу 1.6);

L - развернутая длина участка пути данного класса, км (см. исходные данные);

T - тоннаж, соответствующий нормативному периоду между капитальным ремонтом пути, млн т брутто (см. таблицу 1.6);

f - коэффициент, учитывающий дополнительные (местные) эксплуатационные факторы (берется от 0,8 до 1,2).

Потребность промежуточных видов путевых работ l_i по участкам определяется исходя из соответствующих им работ определяется по формуле, (км/год)

$$l_i = l_k \cdot n_i, \quad (1.3)$$

где l_{yk} - нормативная потребность работ по капитальному ремонту пути, км/год;

n_i - количество повторений работ данного вида за период между капитальными ремонтами пути.

Проведенные расчеты по всем участкам сводятся в таблицу 1.7.

Таблица 1.7 - Определение нормативной потребности путевых работ на участке

Участок	L, км	Конструкция верхнего строения пути	Г, млн т*км на км в год	$v_{\max}$, км/ч	Кодовое обозначение пути	Коэффициент f , учитывающий местные эксплуатационные условия	Нормативная периодичность для K_n или K_{pc}		Схемы путевых работ в период между K_n (K_{pc})	Нормативная потребность путевых работ l_i , км/год					
							T, млн т брутто	N, лет		K_n	K_{pc}	C	РИС	П	В
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

2 Построение поперечных профилей земляного полотна

Перед выполнением данного раздела курсового проекта студентам необходимо ознакомиться с основными конструкциями и конструктивными элементами типовых профилей выемок и насыпей земляного полотна применяемых при проектировании железнодорожного пути. При изучении данного раздела следует воспользоваться рекомендуемой литературой /2,4,5/.

2.1 Расчет глубины водоотводных канав

Размеры поперечного сечения канавы устанавливают с расчетом пропуска максимального расчетного расхода воды. Наименьшую глубину канав определяют получаемой расчетной величиной с прибавлением 0,2 м для возвышения бровки канавы над расчетным уровнем воды. Глубина канавы и ее ширина по дну должны быть не менее 0,6 м. Крутизна продольного уклона канавы i должен быть не менее 0,002. Откосы канавы в глинистых грунтах, суглинках, супесях и песках крупных и средней крупности делают крутизной 1:1,5.

Фактический расход m^3/c , в канаве определяется по формуле

$$Q = \omega \cdot v, \quad (2.1)$$

где ω - площадь «живого сечения» (занятого водой) канавы, m^2
 v - средняя скорость протекания воды, м/с

Площадь живого сечения канавы определяется по формуле

$$\omega = a \cdot h + m \cdot h^2, \quad (2.2)$$

где a - ширина дна канавы, (см. рисунок 2.1) м;
 h - глубина воды в канаве, м;
 m - коэффициент крутизны (заложения откоса);

Смоченный периметр канавы, м

$$p = a + 2b = a + 2h\sqrt{(1+m^2)} \quad (2.3)$$

Гидравлический радиус, м, определяют по формуле

$$R = \frac{\omega}{p} \quad (2.4)$$

Скорость течения воды в канаве, м/с

$$v = C\sqrt{R \cdot i}, \quad (2.5)$$

где C – коэффициент, зависящий от шероховатости поверхности дна канавы и гидравлического радиуса определяется по таблице 2.1.

i – уклон дна канавы.

Таблица 2.1 – Значения коэффициента C в зависимости от гидравлического радиуса R

Род русла канавы	Гидравлический радиус						
	$R=0,05$	$R=0,1$	$R=0,20$	$R=0,30$	$R=0,40$	$R=0,50$	$R=1,00$
Мошение булыжником, бутовая грубая кладка, хорошо уплотненные стенки в грунте	23,1	27,3	32,2	35,3	37,8	39,7	46,0
Земляные стенки, заросшее мошение	13,9	17,3	21,3	24,0	26,0	27,8	33,3

Поперечный профиль канавы приведен на рисунке 2.1.

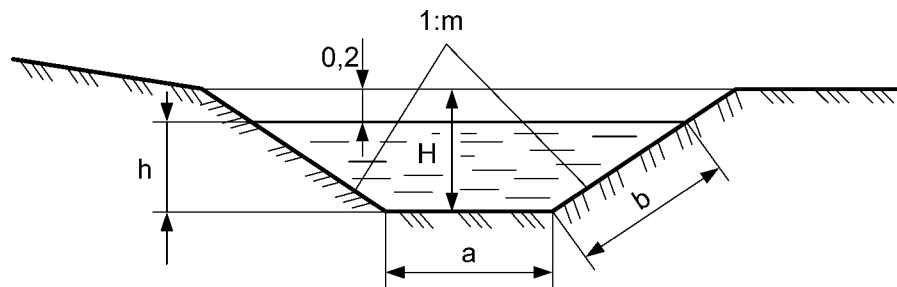


Рисунок 2.1 – Поперечный профиль канавы

В курсовом проекте необходимо определить расчетную глубину канавы, продольный уклон дна канавы и выбрать при необходимости способ укрепления дна и откосов канавы. Тип грунта канавы в курсовом проекте для четных вариантов – галька среднезернистая, для нечетных – суглинки.

Данная задача решается методом подбора. В начале задают глубину канавы h и уклон дна канавы i , определяют площадь «живого сечения» канавы ω , вычисляют смоченный периметр p и подсчитывают гидравлический радиус R . Затем вычисляют расчетный расход воды Q и сравнивается с заданным расходом $Q_{\text{зад}}$. Если разница между этими значениями не превышает 5%, то глубина канавы и продольный уклон выбраны удачно. Если $Q > Q_{\text{зад}}$, то необходимо уменьшить размеры канавы, если $Q < Q_{\text{зад}}$, то необходимо увеличить размеры канавы и провести расчет вновь.

Полученную скорость движения воды необходимо сравнить с допускаемой скоростью для заданного грунта канавы по таблице 2.2. В случае превышения расчетной скорости движения потока с допускаемой необходимо выбрать меры по укреплению откосов.

Таблица 2.2 – Средние скорости течения воды м/с, в зависимости от средней глубины воды в канаве

Грунты канав. Тип укрепления для искусственных сооружений	глубина воды в канаве		
	h=0,4 м	h=1,0 м	h=2,0 м
1	2	3	4
<i>Грунты канав</i>			
Галька среднезернистая	1,15	1,2	1,45
Суглинки	0,5	0,65	0,8
<i>Искусственные сооружения</i>			
Одерновка плашмя	0,9	1,2	1,3
Одерновка «в стенку»	1,5	1,8	2,0
Наброска из камня размерами 15-20 см	3,0-3,5	3,35-3,8	3,75
Наброска из камня размерами 20-30 см	3,5	3,8	4,3
Одиночное мощение на слое щебня не менее 10 см при размерах камня 15-25 см	2,5	3,0	3,5
Бетонные лотки с гладкой поверхностью	10,0	12,0	13,0
Бетонные откосные плиты	5,0-6,5	6,0	7,9
Гладкие деревянные лотки при течении воды вдоль волокон	8,0	10,0	12,0

Пример: Определить расчетную глубину h и продольный уклон i дна трапецидальной канавы. Грунт – песок мелкий. Заданный расход воды $Q = 3,1 \text{ м}^3/\text{с}$.

Примем глубину канавы $h = 0,9 \text{ м}$, ширину канавы по низу $a = 0,6 \text{ м}$ и уклон дна $i = 0,005$.

Площадь «живого сечения» канавы составит: $\omega = 0,6 \cdot 0,9 + 1,5 \cdot 0,9^2 = 1,76 \text{ м}^2$

Смоченный периметр этого сечения $p = 0,6 + 2 \cdot 0,9 \sqrt{1 + 1,5^2} = 3,84 \text{ м}$

Гидравлический радиус $R = \frac{1,76}{3,84} = 0,46 \text{ м}$

По таблице 2.1. определяем коэффициент C методом интерполяции для значения $R = 0,46 \text{ м}$ коэффициент C принимает значение 38,4.

Скорость течения воды в канаве $v = 38,4 \sqrt{0,46 \cdot 0,005} = 1,84 \text{ м/с}$

Расчетный расход воды $Q = 1,76 \cdot 1,84 = 3,24 \text{ м}^3/\text{с}$

Расхождение расчетного расхода воды Q с заданным составило 4,7%, что является допустимым.

По таблице 2.2. находим, что допускаемая скорость при глубине канавы 1,0 м не превышает 0,45 м/с, что меньше расчетной скорости. Поэтому необходимо предусмотреть укрепление откосов. Согласно таблице 2.2. канаву можно укрепить бетонными плитами или укрепить дно канавы щебнем, а откосы – одерновкой.

2.2 Поперечные профили земляного полотна на перегоне

Наиболее распространенными поперечными профилями земляного полотна принимаемых при проектировании железнодорожных путей являются выемки или насыпи. Поперечные профили земляного полотна состоят из следующих элементов: основная площадка земляного полотна, откосы, водоотводные каналы, резервы и т.д.

На однопутных линиях поперечное очертание верха земляного полотна имеет трапецеидальную форму. На двухпутных линиях сливная призма имеет треугольную форму. Основная площадка однопутного и двухпутного земляного полотна из раздробленных скальных, дренирующих крупнообломочных и дренирующих песчаных грунтов принимается горизонтальной. Ширина основной площадки на перегонах принимается согласно поперечному профилю балластной призмы, построенному в разделе 1.2, но не менее значений указанных в таблице 2.3

Таблица 2.3 – Ширина основной площадки земляного полотна новых линий на прямых участках пути

Вид грунта насыпи	Ширина основной площадки В, в зависимости от категории железнодорожной линии, м			
	Скоростные и особогрузонапряженные двухпутные участки, I	I и II	III	IV
Глинистые и другие недренирующие	11,7	7,6	7,3	7,1
Скальные, крупнообломочные и песчаные дренирующие	10,7	6,6	6,4	6,2

Крутизна откосов насыпей зависит от вида грунта, высоты насыпи и климатических условий. Насыпи из раздробленных скальных слабыветривающихся и выветренных грунтов, крупнообломочных, песков гравелистых, крупных и средней крупности могут иметь крутизну откосов 1:1,5 при высоте $H \leq 6$ м. В остальных случаях крутизна откосов нормирована и при $H \leq 12$ м разделенная для верхней части высотой до 6 м и нижней. В этом случае верхней части дается крутизна 1:1,5, а нижней 1:1,75.

Отвод поверхностных вод, поступающих к насыпям или стекающих с их откосов к искусственным сооружениям осуществляется водоотводными канавами или резервами. При явно выраженном поперечном уклоне местности, когда поступление воды к насыпям возможно только с верховой стороны, водоотводные каналы и резервы устраиваются только с нагорной стороны. Откосы резервов, забанкетных канав и водоотводных канав следует проектировать не более 1:1,5. Размеры водоотводных канав и кюветов принимаются из раздела 2.1.

Крутизна откосов выемок проектируется из условия обеспечения их надежной устойчивости и назначается 1:1,5.

При поперечном уклоне местности положе 1:5 кавальеры рекомендуется размещать с двух сторон, при косогорности от 1:5 до 1:3 с низовой стороны.

Поперечные профили насыпи и выемки вычерчиваются в масштабе 1:100. Для участка АВ вычерчивается поперечный профиль насыпи, для участка БВ вычерчивается поперечный профиль выемки.

Поперечный профиль насыпи при уклоне местности от 1/3 до 1/5 приведен на рисунке 2.2, поперечный профиль выемки приведен на рисунке 2.3. Поперечные профили насыпи при уклоне местности положе 1/5 приведены в /2,4,5/

2.3 Поперечные профили основной площадки земляного полотна на раздельных пунктах

Ширина основной площадки земляного полотна на раздельных пунктах устанавливается в соответствии с проектируемым путевым развитием. Поперечное очертание верха земляного полотна станционных площадок, в зависимости от числа путей и вида грунта, следует проектировать односкатным или двускатным. При значительной ширине площадки допускается применение пилообразного поперечного профиля.

Крутизна поперечного уклона верха земляного полотна в сторону водоотводов устанавливается в зависимости от вида грунта земляного полотна, особенностей климатических зон, числа путей, располагаемых в пределах каждого ската. Для недренирующих грунтов крутизна составляет 0,02.

Планировку поверхности балластной призмы на станционной площадке следует проектировать, придавая уклону среднюю крутизну, применительно к крутизне уклона поперечного профиля земляного полотна, но не более 0,03. При этом надлежит руководствоваться, что поперечные профили на промежуточных станциях всех типов, а также на обгонных пунктах и разъездах поперечного типа, следует проектировать, двускатными, с направлением скатов в разные стороны от оси междупутья между главными путями.

Ширина основной площадки земляного полотна на раздельном пункте, м, определяется по формуле

$$B = E(n - 1) + 2E_0 \quad (2.6)$$

где E - расстояние между осями станционных путей, 5,3 м;

E_0 – расстояние от оси крайнего пути до бровки земляного полотна, принимается равным 3,5 м;

n – количество путей на раздельном пункте.

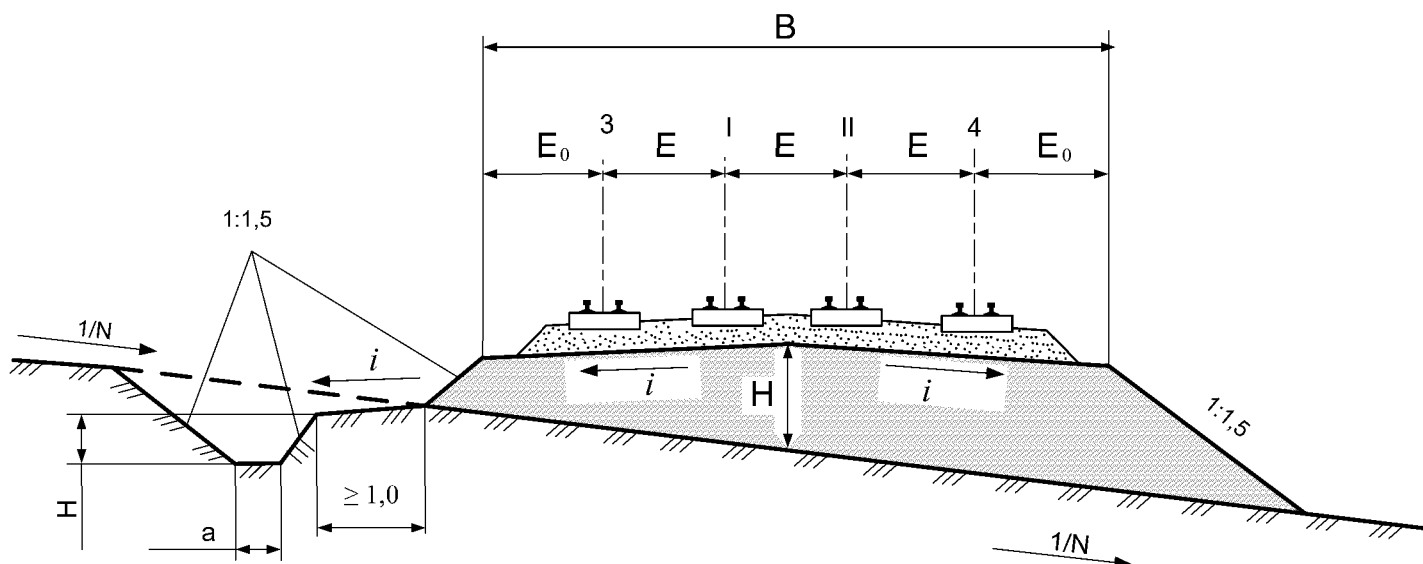
В курсовом проекте принять основную площадку земляного полотна на станции в виде двускатного поперечного профиля. Высоту насыпи на станции H , принять равной половине высоты насыпи H_n из пункта 2.2. Материал шпал выбрать согласно заданным исходным данным к первому разделу из участка АБ, класс путей 4. Поперечный профиль земляного полотна вычерчивается в масштабе $M 1:100$. Поперечный профиль основной площадки земляного полотна на раздельном пункте приведен на рисунке 2.4.

3 Организация основных работ по капитальному ремонту пути

Для выполнения данного задания необходимо изучить основные путевые машины, используемые при капитальном ремонте и технологию производства работ по капитальному ремонту пути с помощью литературы /1,3,4,6,7,8/.

3.1 Определение фронта работ в «окно»

Суточная производительность ПМС в км/день



$$S = \frac{Q}{(T - \Sigma t)}, \quad (3.1)$$

$$l_{\text{fp}} = S \cdot n, \quad (3.2)$$

Полученное расчетом $l_{\text{фр}}$ округляется до ближайшего большего значения, кратного 25,0 м.

Пример:

$$\text{Суточная производительность ПМС } S = \frac{67}{(137 - 0,1 \cdot 137)} = 0,54 \text{ км/день.}$$

Фронт работ в «ОКНО» $l_{\text{фр}} = 0,55 \cdot 2 = 1,08$ км/«ОКНО».

Ближайшее большее значение, кратное 25,0 м является 1,1км/«окно». В расчетах принимает 1,1км/«окно».

3.2 Расчет длин рабочих поездов

Успешная работа ПМС в «окно» в значительной степени зависит от своевременного и правильного формирования рабочих поездов. В зависимости от характера выполняемой работы на перегоне эти схемы могут быть различными. Однако они должны соответствовать типовым схемам установленным Инструкцией по обеспечению

безопасности движения поездов при производстве путевых работ. Длины поездов рассчитывают в соответствии с длинами отдельных единиц подвижного состава (по осям автосцепок), м, см. таблицу 3.1

Таблица 3.1 - Характеристика длины применяемых машин при производстве ремонтных работ

Наименование	Длина, м
Тепловоз серии ТЭ2	21,2
Тепловоз серии ТЭ3	34,0
Тепловоз серии 2ТЭ10	2х18,5
Платформа четырехосная грузоподъемностью 60т	14,6
Моторная платформа	16,2
Хоппер-дозатор ЦНИИ-ДВЗ вместимостью кузова 32,4 м ³	10,9
Хоппер-дозатор ЦНИИ-3 вместимостью кузова 31 м ³	10
Хоппер-дозатор ЦНИИ-2 вместимостью кузова 36 м ³	10,4
Электробалластер ЭЛБ-3	50,5
Укладочный кран УК-25/21	40,8
Укладочный кран УК-25	43,9
Выправочно-подбивочно-отделочная машина ВПО-3000 с вагоном для обслуживающего персонала	27,7+24,5
ДГК ^у	12,6

Длина путеразборочного l_1 и длина путеукладочного l_2 поезда определяется по формуле

$$l_1 = l_2 = N \cdot l_{пл} + l_{ук} + n_{МПЛ} \cdot l_{МПЛ} + l_{лок}, \quad (3.3)$$

где N - число четырех-осных платформ для перевозки рельсошпальных решеток,
 $l_{пл}$ - длина четырехосной платформы, м (см. таблицу 3.1);
 $l_{ук}, l_{МПЛ}, l_{лок}$ - длина соответственно путеразборочного крана, моторной платформы, локомотива, м (см. таблицу 3.1).
 $n_{МПЛ}$ - количество моторных платформ.

Число четырех-осных платформ для перевозки рельсошпальных решеток определяется по формуле

$$N = \frac{l_{фр} n_{пл}}{l_{зв} n_c}, \quad (3.4)$$

где $n_{пл}$ - число платформ под одним пакетом (при рельсах длиной 12,5 м $n_{пл} = 1$, при рельсах длиной 25 м $n_{пл} = 2$);
 $l_{зв}$ - длина звена, м (см. исходные данные);
 n_c - число звеньев в пакете, (см. таблицу 3.2);

Таблица 3.2 – Количество звеньев в пакете

Род шпал и тип рельсов	Количество звеньев
Деревянные, Р50	7
Деревянные, Р65	6
Железобетонные, Р50	5
Железобетонные, Р65	4

При расчете длины путеукладочного поезда принять длину звена $l_{зв} = 25 \text{ м}$, .

В путеразборочный и путеукладочный поезда включаются моторные платформы их количество определяется с помощью формулы

$$n_{МПЛ} = 0,1 \cdot N \quad (3.5)$$

По прибытии путеразборочного и путеукладочного поездов на место производства работ составы разделяют на две части. Перемещение первой части состава производится путеукладочным краном, второй части – локомотивом. Первая часть состава, перемещаемая укладочным краном определяют по формуле

$$l_1' = 5 \cdot l_{пл} + l_{ук} \quad (3.6)$$

Вторая часть состава, перемещаемая локомотивом определяется по формуле

$$l_1'' = l_1 - l_1' \quad (3.7)$$

Длина хоппер-дозаторного состава определяется в зависимости от объема выгружаемого балласта и ёмкости хоппер-дозаторного вагона.

Щебень выгружается в «окно» дважды, один раз после путеукладочного состава, а второй раз – после выправки и подбивки пути машиной ВПО-3000. Длина каждого хоппер-дозаторного состава определяется отдельно по формуле

$$L_{ХД} = \frac{W_{щ}}{W_{ХД}} l_{фр} \cdot l_{ХД} + l_{лок} + l_{т}, \quad (3.8)$$

где $W_{щ}$ - объем выгруженного щебня на 1 км, м^3 ;

$W_{ХД}$ - объем щебня в одном хоппер-дозаторе, м^3 , (см. таблицу 3.1);

$l_{ХД}$ - длина одного хоппер-дозатора, м, (см. таблицу 3.1);

$l_{т}$ - длина вагона для обслуживающего персонала, $l_{т} = 24 \text{ м}$;

В курсовом проекте принять для первого хоппер-дозаторного состава объем выгруженного щебня 70% от общего объема щебня, а для второго 30% от общего объема щебня.

После определения необходимых длин рабочих поездов вычерчиваются схема расположения машин и рабочих поездов на месте производства работ с указанием всех полученных расчетом величин (рисунок 3.1)

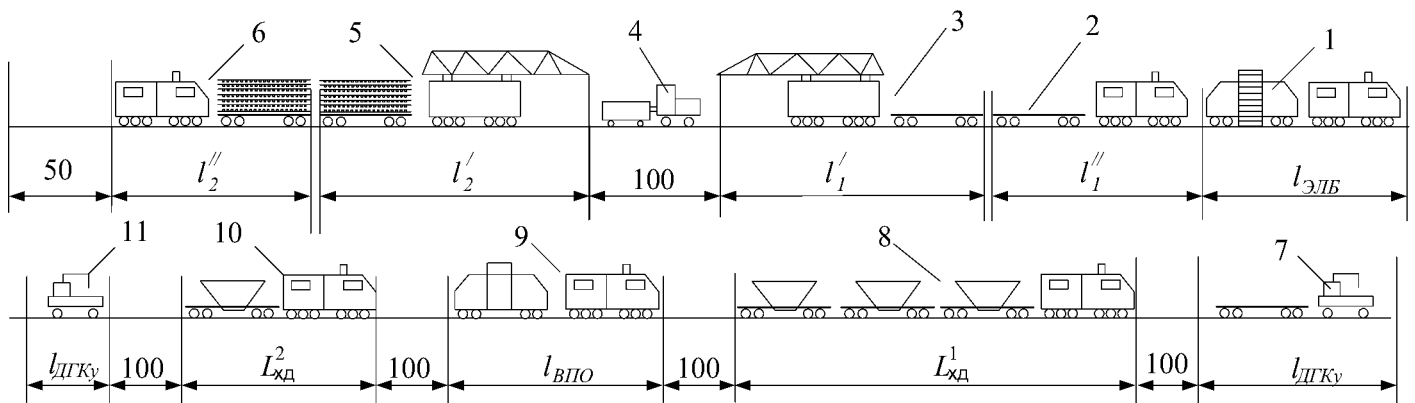
Пример: При производстве окна применяются: тепловоз серии ТЭ2, хоппер-дозаторы ЦНИИ-3, длина укладываемых и снимаемых рельсов 25 м, тип рельсов Р-65 деревянные, объем щебня выгруженного в «окно» 608 м^3 , тип используемого крана УК-25.

Число четырех-осных платформ для перевозки рельсошпальных решеток

$$N = \frac{1100 \cdot 2}{25 \cdot 6} = 15 \text{ шт}$$

Количество моторных платформ включаемых в состав путеразборочного и путеукладочного поезда

$$n_{МПЛ} = 0,1 \cdot 15 = 2$$



Условные обозначения: 1 – Электробалластер ЭЛБ-3; 2 – вторая часть путеразборочного поезда; 3 – первая часть путеразборочного поезда; 4 – планировщик; 5 – первая часть путеукладочного поезда; 6 – вторая часть путеукладочного поезда; 7 – ДГК^у с четырехосной платформой; 8 – первый состав хоппер-дозаторов; 9 – выправочно-подбивочно-отделочная машина; 10 – второй состав хоппер-дозаторов; 11 – ДГК^у;

Рисунок 3.1 - Схема расположения машин и рабочих поездов

Длина путеразборочного поезда

$$l_1 = 15 \cdot 14,6 + 43,9 + 2 \cdot 16,2 + 31,2 = 326,5 \text{ м}$$

Первая часть состава, перемещаемая укладочным краном составит

$$l_1' = 5 \cdot 14,6 + 43,9 = 117 \text{ м}$$

Вторая часть состава, перемещаемая локомотивом составит

$$l_1'' = 326 - 117 = 209,5 \text{ м}$$

При определении длины путеукладочного необходимо определить количество четырех-осных платформ

Число четырех-осных платформ для перевозки рельсошпальных решеток

$$N = \frac{1100 \cdot 2}{25 \cdot 7} = 13 \text{ шт}$$

Длина путеукладочного поезда составит

$$l_2 = 13 \cdot 14,6 + 43,9 + 2 \cdot 16,2 + 31,2 = 297,3 \text{ м}$$

Первая часть состава, перемещаемая укладочным краном составит

$$l_2' = 5 \cdot 14,6 + 43,9 = 117 \text{ м}$$

Вторая часть состава, перемещаемая локомотивом составит

$$l_2'' = 297,3 - 117 = 180,3 \text{ м}$$

Длина первого хоппер-дозаторного состава составит

$$L_{хд}^1 = \frac{608 \cdot 0,7}{31} \cdot 1,1 \cdot 10 + 21,2 + 24 = 196,2 \approx 197 \text{ м}$$

Длина второго хоппер-дозаторного состава составит

$$L_{хд}^2 = \frac{608 \cdot 0,3}{31} \cdot 1,1 \cdot 10 + 21,2 + 24 = 110 \text{ м}$$

3.3 Расчет продолжительности «окна»

Необходимая продолжительность «окна» может быть определена по формуле, мин

$$T_o = t_p + t_y + t_c, \quad (3.9)$$

где t_p - время, необходимое на разворот работ перед укладкой пути путеукладочным краном;

t_y - время, необходимое для укладки новой путевой решетки;

t_c - время, необходимое на приведение пути в исправное состояние после укладки последнего звена.

Время разворота, при капитальном ремонте пути, мин

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5, \quad (3.10)$$

где t_1 - время на оформление закрытия перегона, пробег машин к месту работ и снятие напряжения с контактной сети, принять равным 14 мин.;

t_2 - интервал времени между вступлением в работу ЭЛБ-3 и началом работ по разболчиванию стыков

t_3 - интервал времени между началом работ по разболчиванию стыков и вступлением в работу путеразборочного поезда;

t_4 - интервал времени между вступлением в работу путеразборочного поезда и бригадой занимающейся срезкой щебеночного слоя, планировкой балластной призмы;

t_5 - интервал времени между бригадой занимающейся планировкой балластной призмы и вступлением в работу путеукладочного поезда.

Интервал t_2 , мин, между вступлением в работу ЭЛБ-3 и началом работ по разболчиванию стыков определяется временем, необходимым для того, чтобы ЭЛБ-3 прошел расстояние, равное длине участка, занятого самой машиной, бригадой по разболчиванию стыков и разрыву в 50 м по условиям техники безопасности.

$$t_2 = \frac{(l_{\text{ЭЛБ}} + 50 + l_p) N_{\text{ЭЛБ}}}{1000} \alpha \quad (3.11)$$

где $l_{\text{ЭЛБ}}$ - длина электробалластера ЭЛБ-3, м (см. таблицу 3.1);

l_p - длина участка, занятого бригадой по разболчиванию стыков, $l_p = 25$ м;

$N_{\text{ЭЛБ}}$ - норма машинного времени на отрыв 1 км пути, мин, $N_{\text{ЭЛБ}} = 31$ мин/км.

α - коэффициент, учитывающий время на отдых и пропуск поездов по соседнему пути. Для однопутных линий $\alpha = 1,08$, для двухпутных линий зависит от количества пар поездов пропущенных по соседнему пути. При количестве пар поездов до 12 $\alpha = 1,1$, от 13 до 18 $\alpha = 1,11$, от 19 до 24 $\alpha = 1,13$, свыше 24 $\alpha = 1,15$

Интервал t_3 (мин) между вступлением в работу бригады по разболчиванию стыков и началом работ по снятию звеньев рельсошпальной решетки.

$$t_3 = \frac{(50 + l_l) N_{\text{ЭЛБ}}}{1000} \alpha, \quad (3.12)$$

где l_l - длина путеразборочного поезда, м;

Интервал t_4 времени, мин., определяется по формуле

$$t_4 = \frac{50H_c}{l_{3B}} \alpha, \quad (3.13)$$

где H_c - норма машинного времени на разборку одного звена, мин.

Может быть принято: $H_c = 1,13$ мин/зв., при $l_{3B} = 12,5$ м; $H_c = 1,3$ мин/зв., при $l_{3B} = 25$ м.

Интервал t_5 времени, мин., определяется по формуле

$$t_5 = \frac{50m}{l_{3B}} \alpha, \quad (3.14)$$

где m - норма машинного времени на укладку одного звена, мин;

Норма машинного времени на укладку одного звена при железобетонных шпалах $m = 1,9$ мин/зв., при деревянных шпалах $m = 1,7$ мин/зв.

Время, необходимое для укладки новой решетки с инвентарными рельсами, мин

$$t_y = \alpha \cdot m \cdot \frac{l_{фр}}{l_y}, \quad (3.15)$$

где l_o - протяжение фронта работ в «окно» в звеньях путевой решетки;

l_y - длина звена новой путевой решетки с инвентарными рельсами, м; $l_y = 25$ м.

Время на приведение пути в исправное состояние и сворачивания работ, мин

$$t_c = t_6 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10}, \quad (3.16)$$

где t_6 - время, необходимое на укладку рельсовых рубок, $t_6 = 15$ мин;

t_7 - время, необходимое на выправку пути машиной ВПО-3000 на участке, занятом путевыми машинами после укладки последнего звена;

t_8 - время между окончанием выправки пути машиной ВПО-3000 и выгрузкой балласта из второго хоппер-дозаторного состава, выполняющего выгрузку щебня для отделочных работ;

t_9 - время между окончанием работ по выгрузке щебня из второго хоппер-дозаторного поезда и выправкой пути в местах отступлений по уровню после прохода ВПО-3000;

t_{10} - время для разрядки ВПО-3000 и вывода машин с перегона, мин, ($t_{10} = 15$ мин).

Интервал времени, необходимый на выправку пути машиной ВПО-3000 на участке, занятом путевыми машинами после укладки последнего звена

$$t_7 = \frac{(l_2 + 50 + L_{ХД}^1 + 50 + l_{ВПО})H_{ВПО}}{1000} \alpha, \quad (3.17)$$

где l_2 - длина путеукладочного поезда, м;

$l_{ВПО}$ - длина ВПО-3000 с вагоном для обслуживающего персонала и локомотивом, м (см. таблицу 3.1);

$H_{ВПО}$ - норма машинного времени на выправку 1 км пути, мин, $H_{ВПО} = 33,9$ мин;

L_{XD}^1 - длина первого хоппер-дозаторного состава, м;

Интервал времени, мин, между началом рихтовки пути с установкой рельсовых соединителей и выгрузки щебня из хоппер-дозаторов определяется по формуле

$$t_{\text{ш}} = \frac{l_{\text{pc}} + 100 + L_{XD}^1}{v_{\text{ш}}} 60 \cdot \alpha \quad (3.18)$$

где l_{pc} - фронт работ бригады занятой установкой рельсовых соединителей, $l_{\text{pc}} = 25$ м;

$v_{\text{ш}}$ - скорость выгрузки щебня 3000м/ч.

Интервал времени между окончанием выправки пути машиной ВПО-3000 и выгрузкой балласта из второго хоппер-дозаторного состава, выполняющего выгрузку щебня для отделочных работ

$$t_8 = \frac{(50 + L_{XD}^2)}{v_{\text{ш}}} 60 \cdot \alpha \quad (3.19)$$

где L_{XD}^2 - длина второго хоппер-дозаторного состава, м

Интервал между окончанием работ по выгрузке щебня из второго хоппер-дозаторного поезда и выправкой пути в местах отступлений по уровню после прохода ВПО-3000

$$t_9 = \frac{(50 + l_{\text{выпр}}) H_{\text{вно}}}{1000} \alpha, \quad (3.20)$$

где $l_{\text{выпр}}$ - фронт работ бригады занятой выправкой пути, принять $l_{\text{выпр}} = 2l_y$, м.

Интервал времени, мин, между началом поставки накладок со сболчиванием стыков и рихтовкой пути с установкой рельсовых соединителей определяется по формуле

$$t_{\text{px}} = \frac{l_{\text{px}}}{25} m \cdot \alpha, \quad (3.21)$$

где l_{px} - фронт работ бригад занятых рихтовкой пути и установкой рельсовых соединителей (ориентировочно $l_{\text{px}} = 125$ м)

После определения необходимой продолжительности «окна» вычерчивается график основных работ в «окно» (рисунок 3.2). Наклон каждой линии на графике показывает темп выполнения той или иной операции, который в основном устанавливается ведущей машиной в комплексе — путеукладчиком.

График основных работ в «окно» вычерчивается на миллиметровой бумаге в масштабах по оси x 1мм=10 м, по оси y 1мм=1 мин. По оси x откладывается фронт работ в «окно», а по оси y продолжительность работ в минутах.

Пример: Для рассчитанных значений в предыдущих пунктах определить продолжительность «окна»

Время между вступлением в работу ЭЛБ-3 и началом работ по разболчиванию стыков

$$t_2 = \frac{(50,5 + 50 + 25) \cdot 31}{1000} \cdot 1,15 = 5 \text{ мин.}$$

Время между началом работ по разболчиванию стыков и вступлением в работу путеразборочного поезда

$$t_3 = \frac{(50 + 326,5) \cdot 31}{1000} \cdot 1,15 = 13 \text{ мин.}$$

Интервал времени между вступлением в работу путеразборочного поезда и бригадой занимающейся срезкой щебеночного слоя

$$t_4 = \frac{50 \cdot 1,3}{25} \cdot 1,15 = 3 \text{ мин}$$

Интервал времени между бригадой занимающейся планировкой балластной призмы и вступлением в работу путеукладочного поезда

$$t_5 = \frac{50 \cdot 1,7}{25} \cdot 1,15 = 4 \text{ мин.}$$

Время разворота, при капитальном ремонте пути

$$t_p = 14 + 5 + 13 + 3 + 4 = 39 \text{ мин.}$$

Время, необходимое для укладки новой путевой решетки

$$t_y = 1,15 \cdot 1,7 \cdot \frac{1100}{25} = 86 \text{ мин.}$$

Время, необходимое на выправку пути машиной ВПО-3000 на участке, занятом путевыми машинами после укладки последнего звена

$$t_7 = \frac{(297,3 + 50 + 197 + 50 + 27,7 + 24,5 + 21,2) \cdot 33,9}{1000} \cdot 1,15 = 26 \text{ мин}$$

Время, между началом рихтовки пути с установкой рельсовых соединителей и выгрузки щебня из хоппер-дозаторов

$$t_{ш} = \frac{25 + 100 + 197}{3000} 60 \cdot 1,15 = 8 \text{ мин}$$

Время, между началом поставки накладок со сболчиванием стыков и рихтовкой пути с установкой рельсовых соединителей

$$t_{px} = \frac{125}{25} 1,7 \cdot 1,15 = 10 \text{ мин}$$

Время между окончанием выправки пути машиной ВПО-3000 и выгрузкой балласта из второго хоппер-дозаторного состава, выполняющего выгрузку щебня для отделочных работ

$$t_8 = \frac{(50 + 110)}{3000} 60 \cdot 1,15 = 4 \text{ мин}$$

Время между окончанием работ по выгрузке щебня из второго хоппер-дозаторного поезда и выправкой пути в местах отступлений по уровню после прохода ВПО-3000

$$t_9 = \frac{(50 + 50) 33,9}{1000} 1,15 = 4 \text{ мин}$$

Время, необходимое на приведение пути в исправное состояние после укладки последнего звена

$$t_c = 15 + 26 + 4 + 4 + 15 = 64 \text{ мин}$$

Продолжительность «окна»

$$T_o = 39 + 86 + 64 = 189 \text{ мин}$$

3.4 Техника безопасности при ремонте пути

Перед выполнением раздела необходимо изучить литературу /3,4,6,7,8,9,11,12/. В данном разделе курсового проекта необходимо указать схему ограждения места

производства путевых работ, принимаемые организационные меры безопасности при ремонте пути.

4 Расчет основных параметров и размеров обыкновенного стрелочного перевода

В данном разделе курсового проекта студенты должны ознакомиться с конструкциями стрелочных переводов, их основными элементами, марками используемых крестовин, особенностями укладки. При выполнении данного раздела следует использовать рекомендуемую литературу /5,10/.

Расчеты стрелочного перевода следует выполнять с точностью по величине углов до $1''$, величине тригонометрических функций не менее 6 знаков после запятой, по линейным размерам до 1 мм.

После выполнения всех расчетов вычерчивается эпюра стрелочного перевода на миллиметровой бумаге в масштабе 1:50, если по заданию марка крестовины от 1\7 до 1\12 или в масштабе 1:100, если по заданию марка крестовины от 1\13 до 1\22.

4.1 Расчет радиусов остяков и стрелочных углов

При расчете стрелки принимается, что по форме в плане криволинейный остяк делается секущего типа. В этом случае (рисунок 4.1) рабочие грани рамного рельса и остяка пересекаются в начале остяка под углом β_n , называемым начальным углом остяка. Угол между рабочей гранью рамного рельса и касательной, проведенной к рабочей грани остяка в корне, называется полным стрелочным β_n углом. На протяжении всей длины рабочая грань остяка очерчивается одним радиусом R_0 .

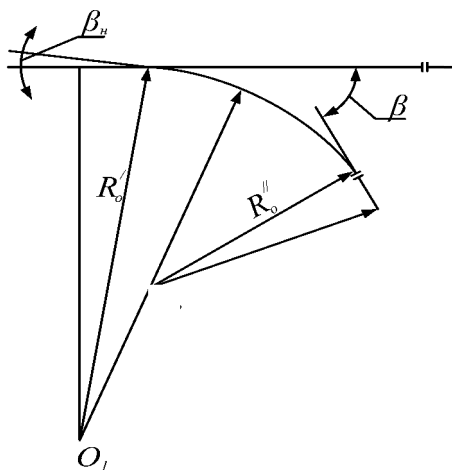
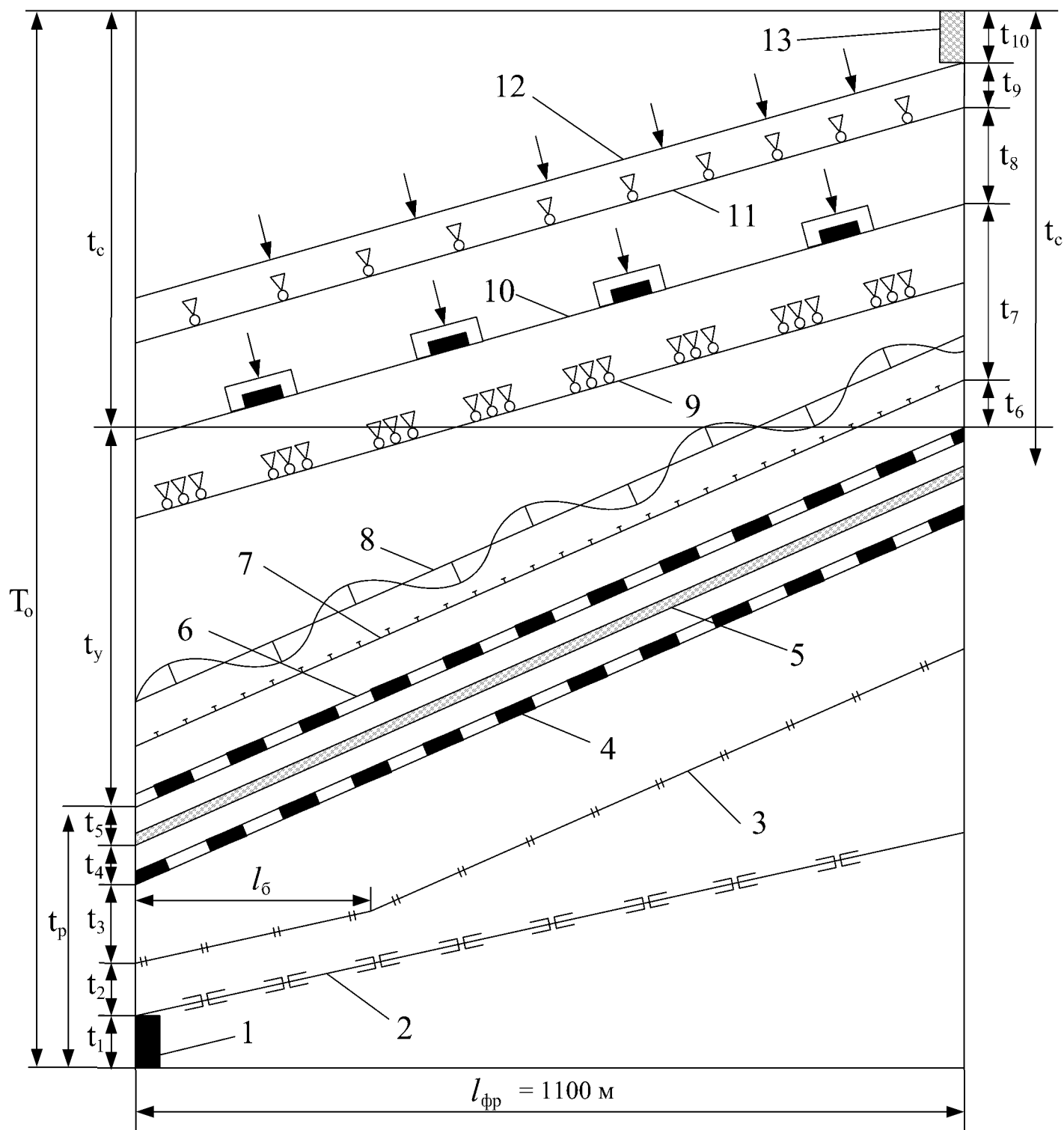


Рисунок 4.1 - Криволинейный остяк секущего типа одного радиуса R_0



Условные обозначения: 1 – оформление закрытия перегона, пробег машин к месту работ и снятие напряжения с контактной сети; 2 – отрыв рельсошпальной решетки электробалластером ЭЛБ-3; 3 – разболчивание стыков; 4 – разборка пути путеразборочным поездом; 5 – срезка щебеночного слоя, планировка балластной призмы; 6 – укладка звеньев новой путевой решетки; 7 – постановка накладок и сболчивание стыков; 8 – рихтовка пути с постановкой на ось, установка рельсовых соединителей; 9 – выгрузка щебня из первого хоппер-дозаторного поезда с дозировкой; 10 – выправка пути с уплотнением балласта машиной ВПО-3000; 11 – выгрузка щебня из второго хоппер-дозаторного поезда; 12 – выправка пути с подбивкой шпал электрошпалоподбойками в местах отступлений по уровню после прохода машины ВПО-3000; 13 – время для разрядки ВПО-3000 и вывода машин с перегона, открытие перегона для движения поездов; $l_6 = l_1 + 100$ м.

Рисунок 3.2 - График основных работ в «окно»

Синус начального стрелочного угла острья определяется по формуле

$$\sin \beta_n = \frac{1}{v_6} \sqrt{W_0^2 - 2\delta_{\max} j_0}, \quad (4.1)$$

где $\delta_{\max}$ - максимальный зазор между гребнем колеса и рамным рельсом (при ширине колеи 1520мм), $\delta_{\max} = 0,036$ м.

v_6 - допускаемая скорость движения по боковому направлению, м/с;

W_0 - допускаемое значение показателя потери кинетической энергии, м/с.

j_0 - наибольшее допускаемое значение центростремительного ускорения, возникающего в начале острья при переходе к очертанию с радиусом R_0 , м/с²

Начальный стрелочный угол равен

$$\beta_n = \arcsin \beta_n \quad (4.2)$$

При одинарной кривизне острья радиус R_0 , м, определяется по формуле

$$R_0 = \frac{v_6^2}{j_0}, \quad (4.3)$$

Полный стрелочный угол при острьях одинарной кривизны, град

$$\beta_n = \beta_n + \varphi. \quad (4.4)$$

Центральный угол φ определяется по формуле, град

$$\varphi = \frac{180^\circ \cdot l_{\text{остр}}}{\pi R_0}, \quad (4.5)$$

где $l_{\text{остр}}$ - длина криволинейного острья принимается согласно заданию, м.

После нахождения полного стрелочного угла рекомендуется определить значение $\sin \beta_n$.

Пример: Произвести расчет стрелочного перевода при следующих исходных данных. Тип рельсов Р65, $l_{\text{остр}} = 8$ м, марка крестовины 1/11, конструкция крестовины – цельнолитая, $v_6 = 12,1$ м/с, $j_0 = 0,53$ м/с², $W_0 = 0,227$ м/с.

Синус начального стрелочного угла острья

$$\sin \beta_n = \frac{1}{12,1} \sqrt{0,227^2 - 2 \cdot 0,036 \cdot 0,53} = 0,009556; \beta_n = 0,55^\circ.$$

$$R_0 = \frac{(12,1)^2}{0,53} = 276,245 \text{ м.}$$

Центральный угол

$$\varphi = \frac{180^\circ \cdot 8}{3,14 \cdot 276,245} = 1,66^\circ.$$

Полный стрелочный угол

$$\beta_n = 0,55^\circ + 1,66^\circ = 2,21^\circ; \quad \beta_n = 2^\circ 13'; \quad \sin \beta_n = 0,038562.$$

4.2 Расчет длины рамного рельса

Полная длина рамного рельса (рисунок 4.2) зависит от длины остряка, принятого типа корневого крепления, а также от принятой длины переднего вылета рамного рельса.

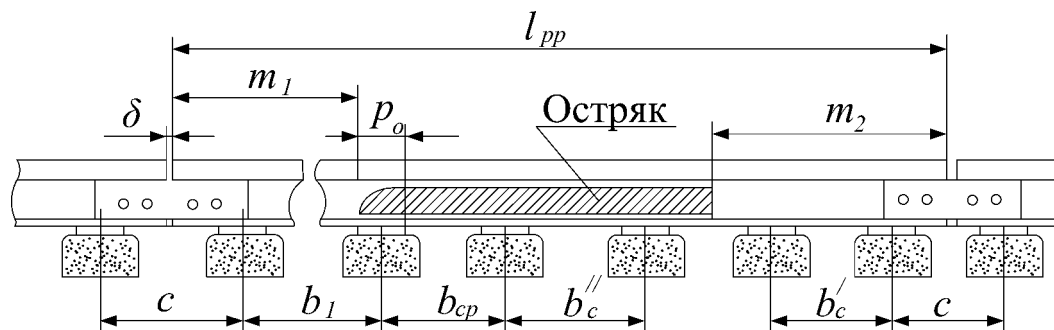


Рисунок 4.2 - Расчетная схема для определения переднего вылета рамного рельса

Длина рамного рельса в стрелочных переводах с двойной кривизной определяется по формуле, мм

$$l_{pp} = m_1 + l'_0 + m_2, \quad (4.6)$$

где m_1 - длина переднего вылета рамного рельса;

m_2 - длина заднего вылета рамного рельса;

l'_0 - проекция криволинейного остряка на рамный рельс.

Длина переднего вылета рамного рельса находится из условия рациональной раскладки переводных брусков и определяется по формуле, мм

$$m_1 = \frac{C - \delta_{ст}}{2} + n_1 b - m_0, \quad (4.7)$$

где C - нормальный стыковой пролет: для рельсов Р75 и Р65 при стыке на весу $C=420$ мм, для рельсов Р50 $C=440$ мм;

$\delta_{ст}$ - нормальный стыковой зазор, принимаемый равным 8 мм;

b - промежуточный пролет между осями брусков под стрелкой, принимается равным 500 мм;

m_0 - расстояние от оси первого флюгарочного бруса до остряка остряка у современных переводов $m_0 = 41$ мм.

n_1 - число промежуточных пролетов под передним вылетом рамного рельса. В курсовом проекте принимается: при марке крестовины до 1/9 $n_1 = 5$; при марке от 1/9 до 1/11 $n_1 = 7$; при марке более 1/11 $n_1 = 9$;

Проекция криволинейного остряка на рабочую грань рамного рельса, мм

$$l'_0 = R_0 (\sin \beta_n - \sin \beta_n). \quad (4.8)$$

Задний вылет рамного рельса устанавливается исходя из возможности и удобства монтажа корневого крепления остряка и стыкового скрепления рамного рельса по формуле

$$m_2 = \frac{(C_k - \delta_k)}{2} + n_2 b + \frac{(C - \delta)}{2} \quad (4.9)$$

где C_k - расстояние между осями в корне остряка, принимается равным C ;

δ_k - стыковой зазор в корне остряка, принимается равным 4-8 мм;

n_2 - количество промежуточных пролетов под задним вылетом рамного рельса, принимается равным $n_2 = 2$.

Стандартная длина рамных рельсов составляет 12,5 м или 25 м.

Пример:

Длина переднего вылета рамного рельса

$$m_1 = \frac{420 - 8}{2} + 7 \cdot 500 - 41 = 3665 \text{ мм}$$

Проекция криволинейного остряка

$$l'_0 = 276,245 \cdot (0,038562 - 0,009556) = 7,9 \text{ м}$$

Задний вылет рамного рельса

$$m_2 = \frac{(420 - 8)}{2} + 2 \cdot 500 + \frac{(420 - 8)}{2} = 1412 \text{ мм}$$

Длина рамного рельса

$$l_{pp} = 3,665 + 7,9 + 1,412 = 12,977 \text{ м}$$

Пример стандартную длину рамного рельса равную 25 м.

4.3 Расчет размеров крестовины

Длина крестовины складывается из минимальных длин её передней h_{min} и хвостовой P_{min} частей. Математическим центром крестовины C называется точка пересечения продолжения рабочих кантов сердечника крестовины.

Теоретическая длина крестовины определяется в зависимости от ее типа, конструкции и марки, а также из условия обеспечения некоторых конструктивных требований.

Теоретическую (минимальную) длину передней части цельнолитой крестовины принимают такой, чтобы внешние накладки в стыке не заходили за первый изгиб усовиков, т.е. за горло крестовины (рисунок 4.3).

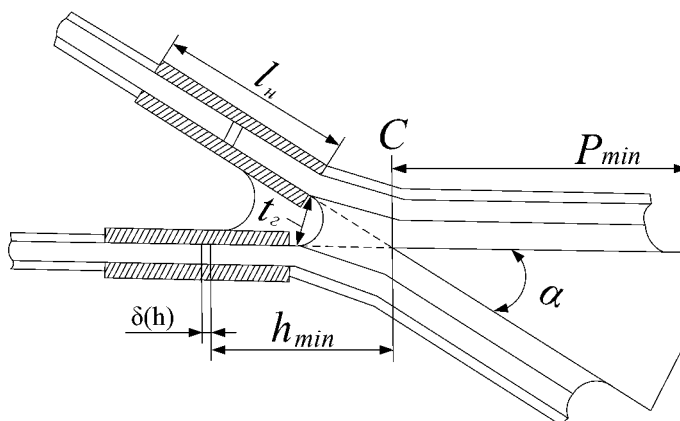


Рисунок 4.3 - Цельнолитая крестовина

При этом должен быть предусмотрен конструктивный запас $\lambda_{\min}$, обеспечивающий свободную установку накладок с учетом допусков в изготовлении как накладок, так и усовиков. Расстояние между рабочими гранями усовиков в месте их первого изгиба называется горлом крестовины и обозначается t_r . Передняя часть крестовины $h_{\min}$ определяется по формуле, мм

$$h_{\min} = N \cdot t_r + \lambda_{\min} + \frac{(l_n - \delta(h))}{2}, \quad (4.10)$$

где N - число марки крестовины;

t_r - ширина желоба в горле крестовины, определяемая из условия пропуска по крестовине экипажей с самой узкой насадкой колес и предельно изношенными по толщине гребнями принять равным 68 мм;

l_n - длина двухголовой накладки приведена в таблице 4.1;

$\lambda_{\min}$ - конструктивный запас, принять равным 15 мм.

$\delta(h)$ - стыковой зазор, принять равным 0;

Таблица 4.1 – Данные для расчета минимальных размеров крестовин

Тип рельса	Ширина, мм			Длина двухголовой накладки, мм	Высота рельса, мм	Высота головки рельса, мм
	головки по низу	головки в расчетной плоскости	подошвы			
P75	75	72	150	920	192	46,0
P65	75	73	150	800	180	35,6
P50	71,9	70,0	132	800	152	33,0

Теоретическая (минимальная) длина $P_{\min}$ хвостовой части крестовины, мм

$$P_{\min} = \frac{b_n + b_z + 5}{\operatorname{tg}(\alpha)}, \quad (4.11)$$

где b_n - ширина подошвы рельса;

b_z - ширина головки рельса в расчетной плоскости;

5 – конструктивное расстояние (в мм) между подошвами рельсов в хвосте крестовины, обеспечивающее установку примыкающих рельсов без строжки их подошв.

Полная теоретическая (минимальная) длина крестовины будет равна:

$$l_{\text{теор}} = h_{\min} + P_{\min} \quad (4.12)$$

Значение углов α и их тригонометрических функций для ряда марок крестовин от 1/7 до 1/22 приведены в таблице 4.2. Эти данные используются при расчете крестовин и далее – при определении основных геометрических размеров перевода.

Таблица 4.2 – Значение углов α и их тригонометрических функций для ряда марок крестовин

Марки крестовин	Углы α и их тригонометрические функции					
	α	$\sin \alpha$	$\sin \frac{\alpha}{2}$	$\cos \alpha$	$\operatorname{tg} \alpha$	$\operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$
1/7	8° 7' 48"	0,141421	0,070889	0,989948	0,14857	0,071068
1/8	7° 7' 30"	0,124034	0,062137	0,992278	0,125	0,062258
1/9	6° 20' 25"	0,110431	0,055301	0,993884	0,11111	0,055386
1/10	5° 42' 38"	0,099504	0,049813	0,995037	0,1	0,049875
1/11	5° 11' 40"	0,090536	0,045315	0,995893	0,09090	0,045361
1/12	4° 45' 49"	0,083045	0,041558	0,996545	0,08338	0,041594
1/13	4° 23' 55"	0,076696	0,038376	0,997054	0,07692	0,038404
1/14	4° 5' 08"	0,071247	0,035646	0,997458	0,07143	0,035673
1/15	3° 48' 50"	0,066551	0,033277	0,997851	0,06666	0,033296
1/16	3° 34' 35"	0,062379	0,031220	0,998052	0,06250	0,031122
1/17	3° 22' 00"	0,058722	0,029373	0,998274	0,05882	0,029386
1/18	3° 10' 47"	0,05547	0,027745	0,998460	0,05555	0,027775
1/19	3° 00' 76"	0,0526	0,0263	0,9986	0,0526	0,0263
1/20	2° 51' 74"	0,0499	0,0250	0,9988	0,0500	0,0250
1/21	2° 43' 57"	0,0476	0,0238	0,9989	0,0476	0,0238
1/22	2° 36' 15"	0,0454	0,0227	0,999	0,0455	0,0227

Пример: Передняя часть крестовины

$$h_{\min} = 11 \cdot 68 + 15 + \frac{(800 - 0)}{2} = 1163 \text{ мм}$$

Теоретическая (минимальная) длина хвостовой части крестовины

$$P_{\min} = \frac{150 + 73 + 5}{0,0909} = 2508 \text{ мм}$$

Полная теоретическая (минимальная) длина крестовины

$$l_{\text{теор}} = 1163 + 2508 = 3671 \text{ мм}$$

4.4 Определение длин контррельсов и усовиков

Назначение контррельса – обеспечить безопасность и плавность прохождения тележки экипажа через вредное пространство крестовины. Необходимо предотвратить удар гребня колеса в острие сердечника и плавно направить гребень в соответствующий желоб крестовины. Для этого основная рабочая часть контррельса должна перекрывать вредное пространство крестовины, а ширина желоба контррельса быть в пределах допусков.

Расчетная схема определения длин контррельсов и усовиков приведена на рисунке 4.4

Из рисунка 4.4. полная длина контррельса равна ее проекции на прямое направление и определяется по формуле

$$l_k = x_{k-o} + 2(x_{k-1} + x_{k-2}), \quad (4.13)$$

где x_{k-o} - длина основной рабочей части, мм;

x_{k-1} , x_{k-2} - длина первого и второго отгибов, мм;

Длина основной рабочей части контррельса определяется по формуле

$$x_{\kappa-0} = (t_{\kappa} + \omega_{40})N + 2e_{\kappa}, \quad (4.14)$$

где ω_{40} - ширина сердечника, где возможна полная передача вертикального давления колеса, принять равным 40 мм;

e_{κ} - запас длины средней части контррельса, $e_{\kappa} = 100$ мм.

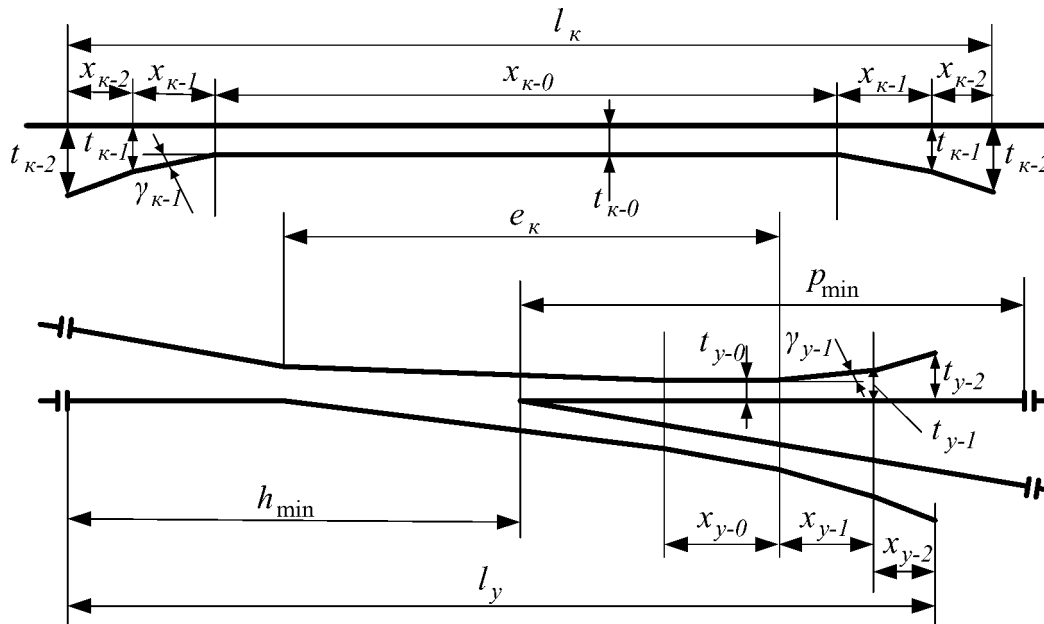


Рисунок 4.4 – Схема определения размеров контррельсов и усовиков

Длина первого отгиба контррельса определяется по формуле

$$x_{\kappa-1} = (t_{\kappa-1} - t_{\kappa-0}) \operatorname{ctg} \gamma_{\kappa-1}, \quad (4.15)$$

где $t_{\kappa-0}$ - ширина желоба в основной рабочей части, принять равным 44 мм;

$t_{\kappa-1}$ - ширина желоба первого отгиба, принять равным 64 мм;

$\gamma_{\kappa-1}$ - угол отвода контррельса.

Угол отвода определяется по формуле

$$\sin \gamma_{\kappa-1} = \frac{W_{\kappa}}{V_{\max}}, \quad (4.16)$$

где W_{κ} - допустимое значение эффекта удара в отведенную часть контррельса,

$W_{\kappa} = 0,6$ м/с;

$V_{\max}$ - максимальная скорость движения по прямому пути, принять как $v_{\phi} + 5$, м/с.

Если длина контррельса окажется значительно меньше длины крестовины, то ее рекомендуется увеличить, чтобы она была меньше длины крестовины не более, чем на 1500 мм.

Полная длина усовика определяется по формуле

$$l_y = h_{\min} + \omega_{40}N + x_{y-1} + x_{y-2}, \quad (4.17)$$

где x_{y-1}, x_{y-2} - длина заднего первого и второго отгиба, мм.

$$x_{y-1} = (t_{y-1} - t_{y-0}) \operatorname{ctg} \gamma_{y-1}, \quad (4.18)$$

где t_{y-0} - ширина желоба в основной прямой рабочей части, принять равным 45 мм;

t_{y-1} - ширина желоба заднего переднего отгиба, принять равным 64 мм;

$\operatorname{ctg} \gamma_{y-1}$ - угол отвода усовика.

Длину второго отгиба контррельса и усовика принять равным 150 мм.

Величину угла отвода усовика принять равной величине отвода контррельса.

При расчете длины усовика требуется выдержать условие

$$l_y < h_{\min} + P_{\min} \quad (4.19)$$

Пример:

угол отвода

$$\sin \gamma_{\kappa-1} = \frac{0,6}{12,1 + 5} = 0,03508$$

длина основной рабочей части контррельса

$$x_{\kappa-o} = (68 + 40) \cdot 11 + 2 \cdot 100 = 1388 \text{ мм}$$

длина первого отгиба контррельса

$$x_{\kappa-1} = (64 - 44) \cdot 28,48 = 569 \text{ мм}$$

полная длина контррельса

$$l_{\kappa} = 1388 + 2(569 + 150) = 2827 \text{ мм}$$

длина первого отгиба усовика

$$x_{y-1} = (64 - 45) \cdot 28,48 = 541 \text{ мм}$$

полная длина усовика

$$l_y = 1163 + 40 \cdot 11 + 541 + 150 = 2294 \text{ мм}$$

Проверка условия длины усовика

$$2293 < 1163 + 2513 \text{ мм}$$

4.5 Расчет основных геометрических и осевых размеров стрелочного перевода

Основными геометрическими размерами стрелочного перевода (рисунок 4.5) являются:

- теоретическая длина стрелочного перевода L_T ;
- практическая длина стрелочного перевода $L_{\text{пр}}$;
- радиус переводной кривой R ;
- длина прямой вставки перед математическим центром крестовины d .

Теоретическая длина L_T стрелочного перевода – это расстояние от острия остряка до математического центра крестовины, мм, определяется по формуле:

$$L_T = R_0 (\sin \beta_n - \sin \beta_n) + R (\sin \alpha - \sin \beta_n) + d \cos \alpha \quad (4.20)$$

Радиус переходной кривой R принимается равным радиусу острька R_o .

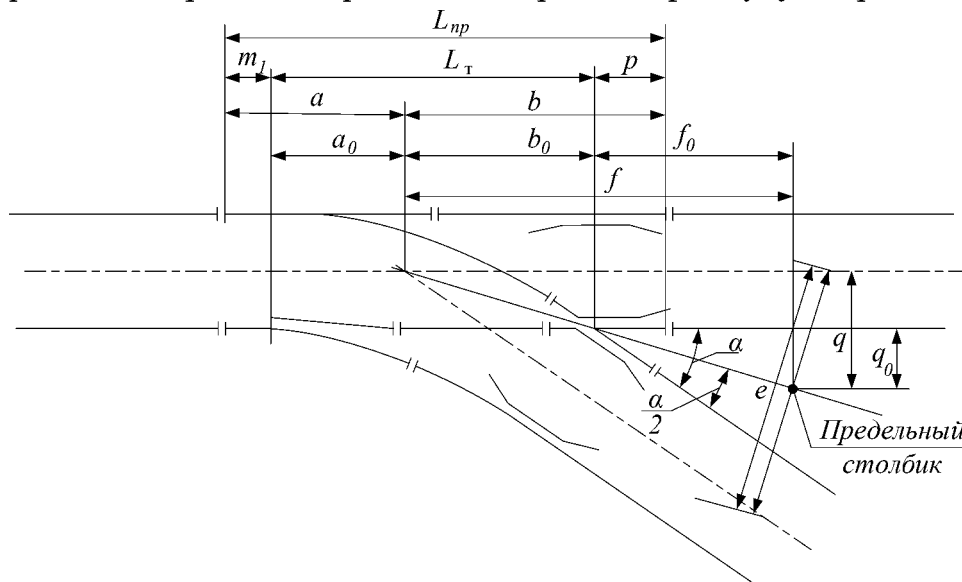


Рисунок 4.5 - Схема в рабочих гранях с указанием основных геометрических размеров обыкновенного стрелочного перевода

Величина прямой вставки d (мм) обеспечивающей прямолинейное движение железнодорожного экипажа до входа его в горло крестовины, принимается не менее

$$d = \frac{S - R(\cos \beta_n - \cos \alpha)}{\sin \alpha}, \quad (4.21)$$

где S – ширина колеи, мм

Практическая длина стрелочного перевода (расстояние от переднего стыка рамного рельса до хвостового стыка крестовины) определяется из выражения, мм

$$L_{np} = m_1 + L_{\tau} + P_{\min} \quad (4.22)$$

Основными осевыми размерами стрелочного перевода, необходимыми для разбивки на местности, являются (рисунок 4.5):

a_0 - расстояние от начала острька до центра стрелочного перевода $\mathcal{C}$, мм;

b_0 - расстояние от центра стрелочного перевода до математического центра крестовины, мм;

a - расстояние от начала рамных рельсов до центра стрелочного перевода, мм;

b - расстояние от центра стрелочного перевода до хвостовой части крестовины, мм.

Указанные осевые размеры стрелочного перевода определяются с использованием следующих формул:

$$a_0 = L_{\tau} - b_0; \quad (4.23)$$

$$b_0 = \frac{S}{2 \operatorname{tg} \left(\frac{\alpha}{2} \right)}, \quad (4.24)$$

$$a = a_0 + m_1, \quad (4.25)$$

$$b = b_0 + P_{\min}, \quad (4.26)$$

Предельный столбик располагается там, где расстояние между осями смежных путей равно 4100 мм. Следовательно, расстояние от оси прямого пути до предельного столбика $q_0 = 2050$ мм.

Расстояния, определяющие положение предельного столбика устанавливаются по формуле

$$f = f_0 + b_0 = \frac{q_0 - S/2}{\operatorname{tg}(\alpha/2)} + b_0, \quad (4.27)$$

Пример:

Величина прямой вставки

$$d = \frac{1520 - 276245 \cdot (0,999954 - 0,995893)}{0,090536} = 4398 \text{ мм}$$

Теоретическая длина стрелочного перевода

$$L_{\text{т}} = 276245(0,038562 - 0,009556) + 276245(0,090536 - 0,038562) + 4398 \cdot 0,995893 = 26750 \text{ мм}$$

Практическая длина стрелочного перевода

$$L_{\text{п}} = 3665 + 26750 + 2508 = 32923 \text{ мм}$$

Расстояние от центра перевода до математического центра крестовины

$$b_0 = \frac{1520}{2 \cdot 0,045361} = 16754 \text{ мм}$$

Расстояние от начала остряка до центра перевода $Ц$

$$a_0 = 26750 - 16754 = 9996 \text{ мм}$$

Расстояние от начала рамных рельсов до центра перевода

$$a = 9996 + 3665 = 13661 \text{ мм}$$

Расстояние от центра перевода до хвостовой части крестовины

$$b = 16754 + 2508 = 19262 \text{ мм}$$

Расстояние до предельного столбика

$$f = f_0 + b_0 = \frac{2050 - 1520/2}{0,045361} + 16754 = 45193 \text{ мм}$$

4.6 Компоновка эюры стрелочного перевода

Основным документом для разбивки стрелочного перевода на местности является эюра, состоящая из трех частей: эюры укладки брусьев; схемы разбивки перевода с указанием его параметров и размеров; спецификации, содержащей размеры, количество и массу рельсов, брусьев и креплений, не входящих в комплект стрелки и крестовины.

Под эюрой стрелочного перевода понимают масштабный схематический чертеж, на котором изображены основные элементы перевода с расположенными под ними брусьями. На эюре, как правило, рельсовые нити показываются двумя линиями (головка рельса в плане). Их изображение возможно также одной линией – рабочей гранью головки рельса. На эюру наносятся основные размеры перевода, необходимые для его укладки в путь. В частности, на эюре указываются теоретическая и практическая

длины, осевые размеры, размеры переднего вылета рамного рельса, хвостовой части крестовины, длины острьяков и т.п.

Для облегчения расчета раскладки брусьев вычерчивают в масштабе схему стрелочного перевода (рисунок 4.6), определяют расстояния АВ, DE, FI, после чего находят число пролетов на каждом из этих участков, а следовательно, и число брусьев. Затем определяют длину брусьев и число их в каждой группе по длине.

Нормальный выступ бруса M' - расстояние от внутренней рабочей грани рельса до конца бруса можно принять равным 615 мм.

Местоположение брусьев большей длины, чем предыдущие, определяют чаще всего графически при выполнении чертежа эпюры стрелочного перевода в масштабе.

Образец оформления эпюры приведен на рисунке 4.7.

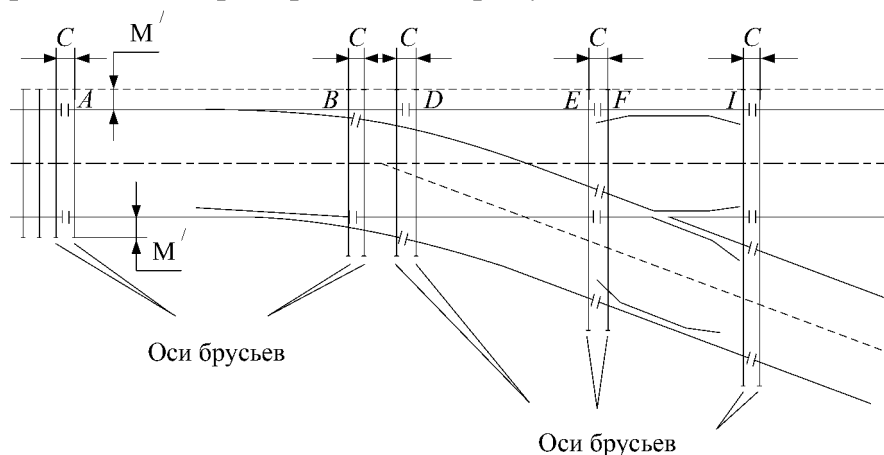


Рисунок 4.6. - Схема раскладки брусьев под обыкновенным стрелочным переводом

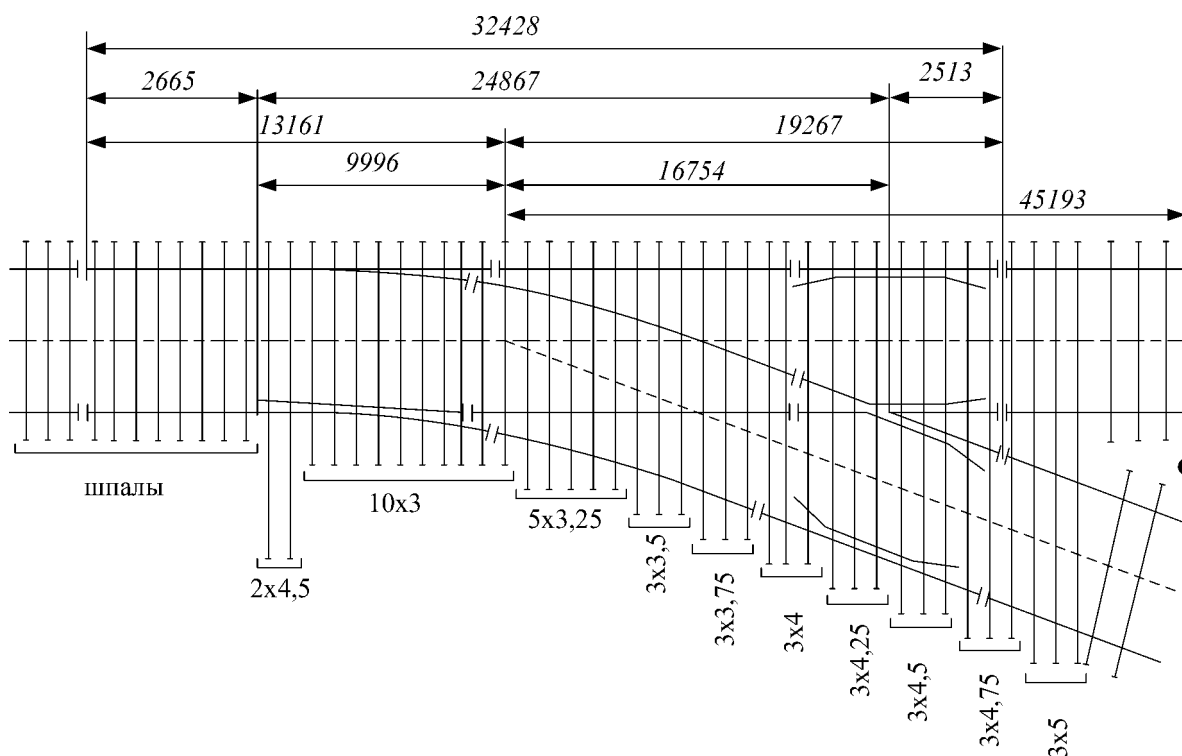


Рисунок 4.7 - Схема эпюры стрелочного перевода типа Р65 марки 1/11

4.7 Неисправности стрелочного перевода

При разработке данного раздела рекомендуется руководствоваться /12/. В данном разделе необходимо указать все возможные неисправности стрелочного перевода.

5 Расчет элементов стрелочной улицы и длин путей станционного парка

Стрелочная улица – путь, образованный рядом стрелочных переводов, на котором последовательно расположены на расчетном расстоянии стрелочные переводы, предназначенные для соединения группы параллельных станционных путей. Стрелочные улицы применяются при проектировании приемо-отправочных парков станций. Исходными данными для расчета стрелочной улицы являются:

- расстояние между путями стрелочной улицы (e);
- марки стрелочных переводов (N);
- прямые вставки между стрелочными переводами.

На рисунке 5.1 приведена расчетная схема оконечной стрелочной улицы

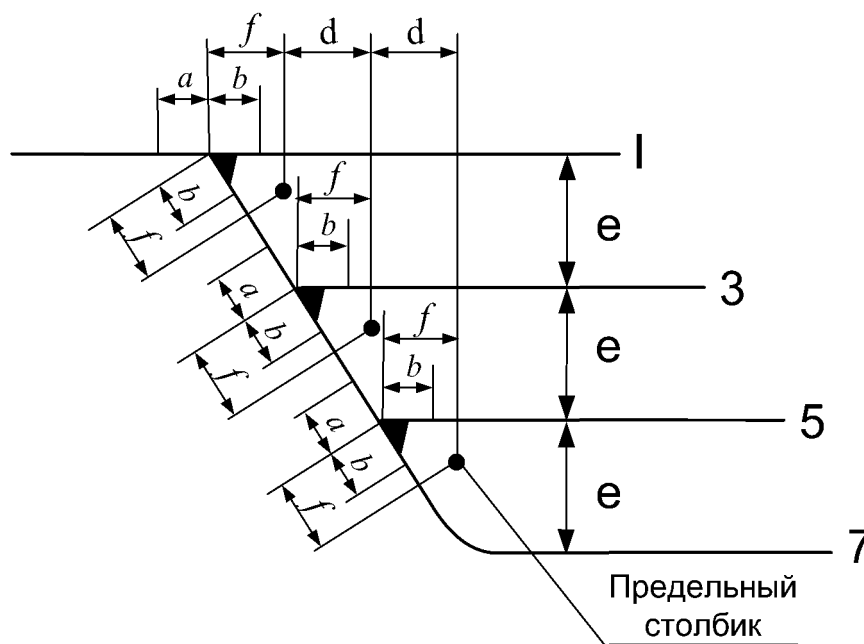


Рисунок 5.1 - Расчётная схема оконечной стрелочной улицы

Расстояние (d) между предельными столбиками соседних путей, м, определяется по формуле

$$d = \frac{e}{\operatorname{tg}(\alpha)}, \quad (5.1)$$

В данном разделе курсового проекта необходимо начертить схему заданного станционного парка в произвольном масштабе (рисунок 5.2), определить полезную длину каждого пути парка учитывая, что применяется марка крестовины, используемая в 4-м разделе.

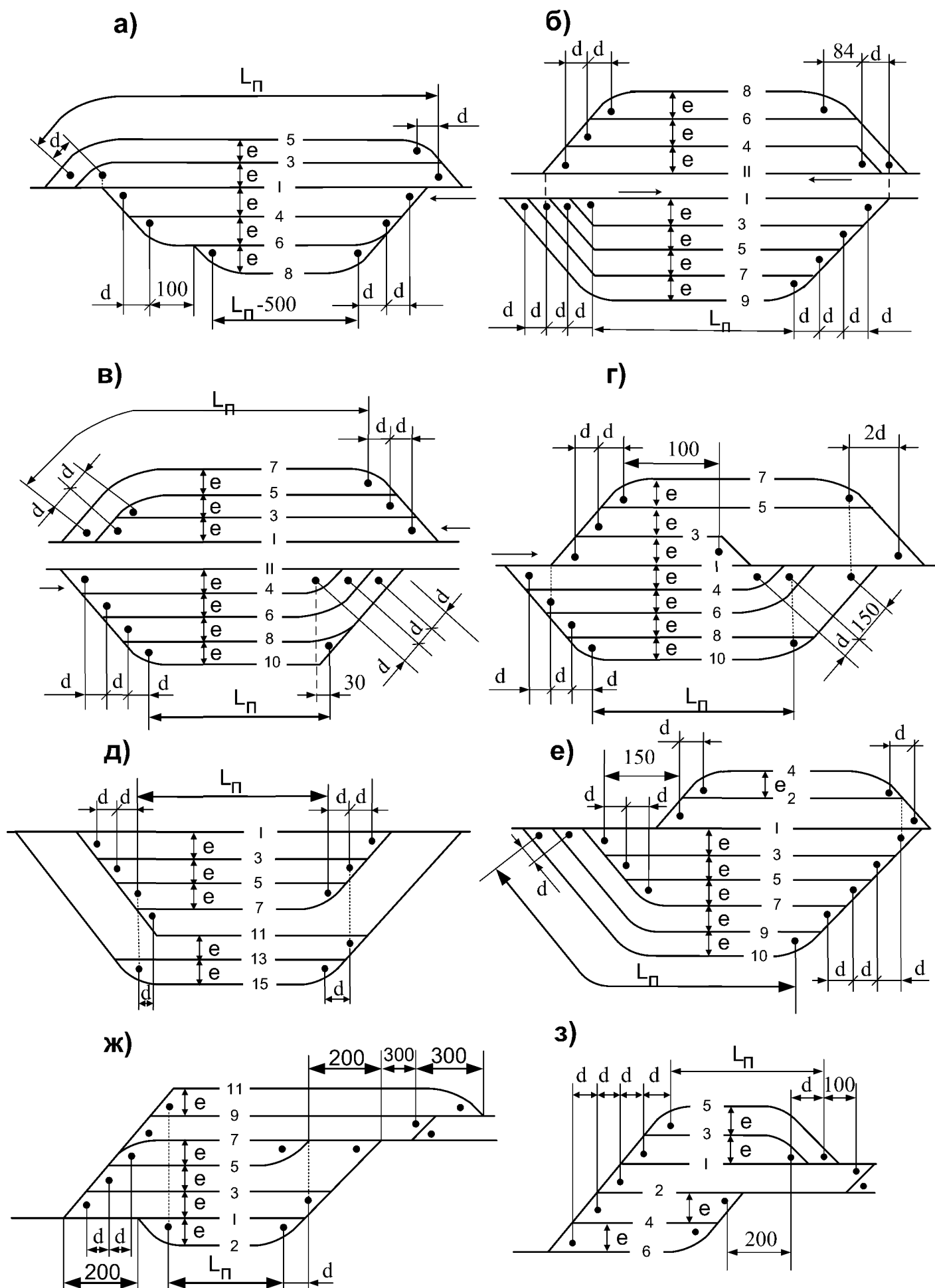


Рисунок 5.2 - Виды станционных парков

Полезной длиной пути является расстояние, в пределах которого можно устанавливать подвижной состав без нарушения габаритов и безопасности движения по смежным путям. В рисунке 5.2 полезная длина путей определяется по предельным столбикам.

Расчет полезной длины путей рекомендуется выполнить в виде таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Определение полезной длины путей в станционном парке

№ пути	Формула расчета	Полезная длина пути, м
9	L_{Π}	660
7	$L_{\Pi}-2d+f$	620
...	...	...

6 Организация работ по очистке путей и уборке снега

6.1 Организация снегоборьбы

Снегозаносимые участки пути характеризуются двумя признаками: категорией заносимости, зависящей от поперечного профиля земляного полотна; степенью заносимости, определяемой количеством снега, $\text{м}^3/\text{м}$ пути, приносимого к пути с вероятностью повторения один раз в 15—20 лет.

Степень снегозаносимости участков, средства и способы защиты пути от снежных заносов определяются с учетом местных условий.

Для защиты территории станции от снежных заносов применяются контурные ограждения. На крупных станциях и узлах применяют также и внутростанционную защиту с расчетом полного задержания переносимого снега.

В данном разделе курсового проекта по указанию преподавателя пользуясь источниками /1, 3, 13/ необходимо рассмотреть следующие вопросы:

- характеристику средств защиты пути от снежных заносов в зависимости от снегозаносимости;
- применяемые средства защиты от снега;
- привести схему лесозащитной полосы исходя из объема приносимого снега за зиму;
- описать виды переносных щитов и порядок их перестановки;
- описать из каких пунктов состоит оперативный план снегоборьбы;
- действия дежурного по станции в период снегопадов и метелей;
- действия начальника железнодорожной станции в период снегопадов;
- описать виды метеорологических явлений, их характеристики, степени влияния на работу железных дорог и меры снегоборьбы;
- очередность очистки станционных путей от снега;
- описать технологию очистки путей от снега и уборки снега на станциях и перегонах.

6.2 Организация очистки путей на станции и описание снегоуборочной машины

Организация и технология очистки и уборки снега на станциях являются составной частью технологического процесса работы станции. Графики работы снегоуборочных поездов и снегоочистителей увязываются с графиком движения поездов и учитывают:

- перегонное время хода снегоочистителя;
- время выдачи локомотивов под снегоочиститель или снегоуборочный поезд;
- последовательность работ на станциях и продолжительность каждой из них;
- место и порядок смены локомотивных бригад, бригад снегоочистителей и снегоуборочной техники;
- место и продолжительность экипировки локомотивов и снегоуборочных поездов.

Итоговые данные для каждой расчетной толщины снежного покрова по каждому парку станции сводят в ведомость. Пример ведомости приведен в таблице 6.2.

В данном разделе курсового проекта по указанию преподавателя рассмотреть следующие вопросы:

- технологию очистки путей на станциях;
- технологию очистки путей в парке приема, сортировочном парке и парке отправления;
- технологию очистки путей от снега снегоочистителями и снегоуборочными поездами;
- принцип работы, технические характеристики, конструкцию снегоуборочной машины.

6.3 Определение объема убираемого снега и продолжительности цикла работы снегоуборочной машины

В курсовом проекте необходимо определить объем убираемого снега с путей парка приведенного в разделе 5 в соответствии с заданием.

Площадь очистки снега по одному пути, м^2 ,

$$\omega_i = l_i \cdot b_{\text{ср}}, \quad (6.1)$$

где l_i - полезная длина пути, м. (см. таблицу 5.1.);

$b_{\text{ср}}$ - средняя ширина междупутья, м.

Объем неуплотненного снега, подлежащего уборке с одного пути, м^3 ,

$$V_i = \omega_i \cdot h_{\text{ср}}, \quad (6.2)$$

где $h_{\text{ср}}$ - толщина слоя снега, м.

Объем неуплотненного снега убираемого с одного стрелочного перевода, м^3

$$V_{\text{стр}} = (L_{\text{нр}} + 20) \cdot 0,5S \cdot h_{\text{ср}} \quad (6.3)$$

Общий объем снега, м^3 , подлежащий уборке с путей парка, м^3 ,

$$V_n = \sum_i^n V_i + n \cdot V_{\text{стр}}, \quad (6.4)$$

где n - количество стрелочных переводов в парке

Погрузочная вместимость снегоуборочного поезда q определяется из выражения, м^3

$$q = q_n \times m + q_k, \quad (6.5)$$

где q_n - вместимость промежуточного полувагона, м³;

m - число промежуточных полувагонов;

q_k - вместимость конечного полувагона, м³.

Число рейсов снегоуборочного поезда, необходимых для очистки группы путей от снега:

$$n_p = V_n \frac{\gamma}{q \times K_3}, \quad (6.6)$$

где γ - коэффициент уплотнения снега (0,4-0,5);

K_3 - коэффициент заполнения полувагона снегом (0,8-0,9).

Продолжительность одного цикла работы снегоуборочного поезда $T_{ц}$ без учета простоев, связанных с поездной и маневровой работой станции, определится по формуле, мин

$$T_{ц} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8, \quad (6.7)$$

где t_1, t_5 - время, необходимое для согласования и подготовки маршрута соответственно к месту работы и после загрузки к месту выгрузки снега, $t_1 = t_5 = 10$ мин;

t_2 - время следования к фронту работ, $t_2 = t_6$;

t_3 - время на установку рабочих органов машины, $t_3 = 5$ мин;

t_4 - время загрузки снегоуборочного поезда;

t_6 - время следования к месту выгрузки;

t_7 - время на установку выбросного транспортера в рабочее состояние и транспортное положение после разгрузки, $t_7 = 3...5$ мин;

t_8 - время разгрузки состава, $t_8 = 10-12$ мин.

Время загрузки снегоуборочного поезда, мин

$$t_4 = 60 \times q \times \frac{K_3}{\Pi_3}, \quad (6.8)$$

где Π_3 - производительность загрузочного устройства снегоуборочной машины, м³/ч.

Время следования к месту выгрузки, мин

$$t_6 = \frac{60 \times L}{v_{тр}}, \quad (6.9)$$

где L - дальность отвоза снега, км;

$v_{тр}$ - средняя скорость движения поезда на разгрузку, км/ч.

Общая продолжительность уборки и вывоза снега одной машиной, мин

$$T = T_{ц} \times n_p. \quad (6.10)$$

Потребное количество машин устанавливается по формуле

$$T = \frac{T}{T_3} \quad (6.11)$$

где T_3 - заданный срок очистки путей от снега в сутках.

Ведомость механизированного выполнения снегоуборочных работ в парке приема и отправления приведена в таблице 6.2.

Таблица 6.2 - Ведомость снегоуборочных работ

Номер пути		1	2	3
Полезная длина пути, м		745	710	685
Толщина слоя снега $h_{\text{сн}} = 0,31 \text{ м}$	Площадь очистки снега, м^2	3725	3550	3425
	Объем неуплотненного снега, м^3	1155	1101	1068
	Способ очистки и уборки снега	СМ-2	СМ-2	СМ-2
Необходимое число рейсов для вывоза снега		2	2	2
Время занятия путей без учета поездного движения, мин		144	144	144
Полное время работы в группе без поездного движения, мин		432		

Библиографический список

1. Машины, используемые при капитальном ремонте пути и снегоборьбе. Методические указания к изучению дисциплин «Устройство и эксплуатация пути», «Сооружения и устройства путевого хозяйства и их эксплуатация» для студентов специальности 190701 «Организация перевозок и управление на транспорте (железнодорожный транспорт)» очной и заочной форм обучения/ А.В. Эрлих, В.И. Варгунин. – Самара: СамГУПС, 2008. - 39 с.
2. Положение о системе ведения путевого хозяйства ОАО «Российские железные дороги» утверждено распоряжением ОАО «РЖД» № 3212р от 31.12.2015 - 93 с.
3. Инструкция по текущему содержанию железнодорожного пути. Утверждено распоряжением ОАО «РЖД» № 2288р от 14.11.2016 - 286 с.
4. З.Л. Крейнис, В.О. Певзнер Железнодорожный путь: Учебник. – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2009. – 432с.
5. Железнодорожный путь/Т.Г. Яковлева [и др.]. – М.: Транспорт, 2001. – 372с.
6. Комплексная механизация путевых работ/В.Л. Уралов [и др.]. – М.: Маршрут, 2004. – 382 с.
7. Техническое обслуживание и ремонт железнодорожного пути / под. ред. З.Л. Крейнис [и др.]. – М.: УМК МПС России, 2001. – 768с.
8. Прокудин И.В., Грачев И.А., Колос А.Ф. Организация переустройства железных дорог под скоростное движение поездов/ под ред. И.В. Прокудина – М.: Маршрут, 2005. – 716с.
9. Инструкция по обеспечению безопасности движения поездов при производстве путевых работ.- М: Транспорт, 1997. – 76 с.

10. Расчеты и проектирование железнодорожного пути: Учебное пособие для студентов вузов ж.-д. трансп./В.В. Виноградов, А.М. Никонов, Т.Г. Яковлева и др. – М.: Маршрут, 2003. – 486с.
11. Инструкция по сигнализации на железных дорогах Российской Федерации. – М. 2011. – 128с.
12. Правила технической эксплуатации железных дорог Российской Федерации. – М.: Трансинфо ЛТД, 2011. – 256с.
13. Инструкция о порядке подготовки 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 №2243р /ОАО «РЖД» – М., 2013. – 170с.