

Трассирование участка новой железнодорожной линии

Разработка вариантов магистральных ходов

Трассой называется пространственная ось железной дороги в уровне бровки земляного полотна.

Трассирование – это поиск рационального положения плана и продольного профиля трассы. Оно осуществляется путем проектирования плана линии по картам в горизонталях с одновременным составлением продольного профиля трассы.

Детальное трассирование осуществляется вдоль намеченных конкурентоспособных кратчайших направлений, соединяющих опорные пункты и имеющиеся фиксированные точки. При этом исследуется возможность использования попутных долин водотоков или водоразделов.

Отход от площадки отдельного пункта или подход к ней должен осуществляться с учетом перспективы развития этого пункта.

На участках вольных ходов, где топографические условия легкие и средний естественный уклон местности по направлению трассирования меньше руководящего, трасса проектируется по прямой между опорными пунктами и фиксированными точками. Каждый угол поворота на участках вольных ходов должен быть обоснован.

Основным принципом трассирования на участках напряженных ходов, где уклон местности по направлению трассирования больше руководящего, является наиболее полное использование заданного значения руководящего уклона. Именно в этом случае длина линии на участке преодоления значительного подъема или спуска будет кратчайшей.

Для поиска положения трассы на участках напряженных ходов используется расчетное значение расстояния между горизонталями (заложение) d см, которое соответствует заданной величине руководящего уклона и определяется по формуле

$$d = \frac{m \cdot h \cdot 10^3}{i_p - i_{\text{ср.э}}(k)}$$

где m – масштаб карты в горизонталях;
 h – сечение горизонталей, м;
 i_p – руководящий уклон, ‰;
 $i_{\text{ср.э}}(k)$ – среднее значение уклона, эквивалентного дополнительному сопротивлению от кривых, ‰ (обычно принимается равным 0.5‰).

Линия нулевых работ – направление на карте, вдоль которого уклон поверхности земли равен руководящему уклону, соединяет начала и концы расчетных заложений на участке напряженного хода.

Линия, включающая в себя площадки отдельных пунктов, а также следующие друг за другом участки вольных и напряженных ходов, называется магистральным ходом.

Вариантов магистральных ходов по заданному направлению трассирования может быть несколько.

При разработке конкурентоспособных вариантов магистральных ходов следует предусматривать необходимость расположения площадок отдельных

пунктов. Магистральный ход будет значительно короче (L1). При отработке вариантов магистральных ходов можно ориентировочно считать, что площадки отдельных пунктов на однопутных линиях размещаются при тепловозной тяге на расстоянии 9-12 км, а при электрической – на расстоянии 12-15 км. Более точно размещать площадки отдельных пунктов следует с учетом объемов перевозок на расчетный (как правило, десятый) год эксплуатации линии, величины руководящего уклона, типа локомотива, сложности топографических условий и других факторов.

При преодолении перевала неправильный выбор начала напряженного хода (руководящего подъема) может привести к значительному удлинению линии, поэтому начинать поиск конкурентоспособных вариантов следует, отталкиваясь от «седла» через которое трасса должна пройти обязательно.

Проектирование плана железнодорожной линии

Планом железнодорожной линии является проекция трассы на горизонтальную плоскость.

Составляющими плана линии могут быть прямые участки пути, круговые и переходные кривые.

Прямые вставки, м, между начальными точками переходных кривых не должны быть менее величины, указанной в табл. 1.

При проектировании новых линий III-IV категорий, сооружаемых в особо трудных условиях, на подъездных путях, обслуживаемых маневровыми локомотивами, и в трудных условиях – при поездном движении со скоростями до 25 км/ч – допускается не устраивать прямые вставки между переходными кривыми.

При отсутствии переходных кривых прямые вставки можно не проектировать только в случаях, если не устраивается возвышение наружного рельса.

Таблица 1

Категория железной дороги	Длина прямой, м			
	В нормальных условиях при направлении кривых		В трудных условиях при направлении кривых	
	в разные стороны	в одну сторону	в разные стороны	в одну сторону
Скоростные	150	150	100	100
Особогрузо-напряженные*	75	100	50	50
I и II	150	150	50	75
III	75	100	50	50
IV	50	50	30	30

* - при $V > 120$ км/ч на этих дорогах длину прямой вставки следует принимать по нормам линий I категории.

Круговые кривые на новых железных дорогах следует проектировать возможно больших радиусов в соответствии с рекомендациями табл. 2. конкретные значения радиусов, м, можно принимать равными: 4000, 3000, 2500, 2000, 1800, 1500, 1200, 1000, 800, 700, 600, 500, 400, 350, 300, 250 и 200.

Таблица 2

Категория линии и тип пути	Значения радиусов кривых, м, в плане			
	Рекомендуемые	Допускаемые в трудных условиях	В особо трудных условиях при технико-экономическом обосновании	По согласованию с МПС
Скоростные	4000-3000	2500	1200	800
Особогрузонапряженные*	4000-2000	1500	1000	600
I	4000-2500	2000	1000	600
II	4000-2000	1500	800	400
III	4000-1200	800	600	350
IV – ж.д. линии	2000-1000	600	350	200
IV – подъезд. пути	2000-600	500	200	200
IV – соединительные пути	200	250	200	200

* - при $V > 120$ км/ч радиусы кривых в плане принимать по нормам линий I категории.

Примечание. При проектировании развязок в железнодорожных узлах допускается применять кривые радиусом 250 м.

Прямые и кривые участки пути, а также смежные круговые кривые разных радиусов следует сопрягать посредством переходных кривых.

На новых скоростных линиях, а также линиях I и II категорий длины переходных кривых $l_{пер}$, м, следует принимать из условия:

$$l_{пер} \geq \frac{h \cdot V_{max}^3}{100}$$

где V_{max} – максимальная скорость движения поезда в данной кривой, км/ч;

h – возвышение наружного рельса, мм, определяется по формуле

$$h = k \frac{12,5 \cdot V_{cp}^2}{R}$$

где V_{cp} – средневзвешенная по тоннажу квадратическая скорость, намечаемая на десятый год эксплуатации линии в месте расположения кривой, км/ч;

R – радиус кривой, м;

k – коэффициент, учитывающий смещение центра тяжести подвижного состава относительно оси пути в кривой; принимается равным 1.0 при $V \leq 140$ км/ч и 1.2 при $V > 140$ км/ч.

$$V_{cp}^2 = \frac{\sum(V_{i(T)}^2 \cdot n_i \cdot Q_{i(T)}) + \sum(V_{i(O)}^2 \cdot n_i \cdot Q_{i(O)})}{\sum(n_i \cdot Q_{i(T)}) + \sum(n_i \cdot Q_{i(O)})}$$

где $V_{(т.о.)}$, $Q_{(т.о.)}$ – скорость, км/ч, и средняя масса поезда брутто, т, каждой категории поездов в направлениях соответственно «туда» и «обратно»;

n – число поездов каждой категории.

Возвышение наружного рельса необходимо проверять на соблюдение нормы непогашенного ускорения a , м/с^2 , которая не должна превышать 0.7 м/с^2 при $V < 160$ км/ч и 0.6 м/с^2 при V от 161 до 200 км/ч. в отдельных случаях эта норма с разрешения МПС РФ может быть повышена до 1.0 м/с^2 .

Фактическое непогашенное поперечное ускорение, соответствующее принятому возвышению наружного рельса в кривой, определяется по формуле:

$$a = \frac{V_{\max}^2}{3,6^2 \cdot R} - g \frac{h}{S}$$

где g – ускорение свободного падения, м/с^2 ($g=9.81$);

S – расстояние между осями рельсов, мм ($S=1600$).

При несоблюдении указанного условия возвышение наружного рельса должно быть уменьшено за счет увеличения радиуса круговой кривой.

Кроме того, следует иметь ввиду, что величина возвышения наружного рельса не должна превышать 150 мм. Для выполнения этого условия радиус круговой кривой также может быть увеличен.

Отвод возвышения наружного рельса производится плавно в пределах переходной кривой на всем ее протяжении. Уклон отвода возвышения должен быть не более 1 ‰, а трудных условиях на особогрузонапряженных линиях и линиях III и IV категорий – не более 2 ‰, на подъездных путях – 3 ‰.

В трудных и особо трудных условиях длину переходной кривой допускается принимать из условия:

$$l_{\text{пер}} \geq \frac{h \cdot V_{\max}}{125}$$

Полученные по расчету длины переходных кривых округляются до значений, кратных 10 м. Длина переходной кривой должна быть не менее 20 м.

На особогрузонапряженных линиях, а также линиях III и IV категорий длину переходных кривых следует принимать по табл. 3.

Таблица 3

Радиус кривой	Длина переходных кривых на железнодорожных линиях, м								
	Особогрузонапряженные*			III категории			IV категории		
	Зоны скоростей движения								
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
4000	40	30	20	30	20	20	-	-	-
3000	60-40	40-30	20	40-30	30-20	20	-	-	-
2500	80-60	50-30	20	60-40	40-30	20	-	-	-
2000	100-80	60-40	30	60-50	50-30	20	40-30	30	20
1800	100-80	60-40	40-30	80-60	50-40	30-20	50-30	30	20
1500	120-100	80-60	50-40	80-60	60-50	40-30	60-40	40-30	30
1200	140-120	100-80	60-50	100-80	80-60	40-30	60-50	50-30	30
1000	140-120	120-100	70-50	120-100	80-60	50-40	80-60	50-40	30
800	160-140	140-120	80-50	140-100	100-80	50-40	90-60	60-50	40-30
700	160-140	140-120	80-60	160-120	110-90	60-50	120-80	60-50	40-30
600	160-130	140-120	100-60	160-120	120-100	60-50	120-80	80-60	50-40
500	160-120	140-120	120-70	160-120	130-100	80-60	120-100	90-70	60-40
400	160-120	140-120	140-80	140-100	140-100	80-60	120-100	110-80	60-50
350	140-100	140-100	140-80	140-100	130-100	100-60	120-100	120-80	80-50
300	140-100	140-100	120-80	140-100	120-100	120-80	120-80	120-80	80-60
250	120-90	120-80	120-80	120-80	120-80	120-80	120-80	120-80	80-60
200	-	-	-	-	-	-	100-80	100-80	80-60