

2020

ЛЕКЦИЯ №8



01.02.2015

ЛЕКЦИЯ №8

«Проектирование реконструкции плана железнодорожной линии»

Содержание лекции:

Введение

1. Типы задач

1.1 Оптимизация параметров существующей кривой в заданной системе ограничений

1.2 Изменение положения оси пути

1.3 Цели проектирования реконструкции однопутных железных дорог

2. Обоснование параметров второго пути

3. Основные типы задач проектирования вторых путей

3.1 Изменение междупутного расстояния

3.2 Устройство габаритного уширения

3.3. Задачи смены сторонности

Введение

Сложность расчетов реконструкции плана определяется прежде всего несоразмерностью радиусов и длин кривых со сдвигами.

При расчетах, расчетную схему принято отображать в виде графиков дифференциальной математической модели плана.

Мы с вами уже отмечали возможность применения при расчетах:

угловых диаграмм - это график первой производной от очертания пути по длине;

графиков кривизны – это вторая производная;

сдвиг –определяется интегрированием (суммированием).

На используемых графиках невозможно увидеть сдвиги, и их определение всегда связано с трудоемкими расчетами и нередко проводится подбором.

Следует отметить, что решение этих задач значительно облегчилось с появлением ЭВМ, что позволило автоматизировать процесс решения задач.

1. Типы задач

1.1 Оптимизация параметров существующей кривой в заданной системе ограничений

А) Определение оптимального радиуса R при условии обеспечения среднего сдвига $n_{cp}=0$ и заданной длины переходной кривой

Переходные кривые могут быть симметричными, когда $l_{пк1} = l_{пк2}$.

Переходные кривые могут задаваться не только длиной, но и приращением стрел, $\Delta F_1 = \Delta F_2$

Переходные кривые могут быть и не симметричными, тогда: $l_{ie1} \neq l_{ie2}$ или $\Delta F_1 \neq \Delta F_2$

Б) Определение оптимального радиуса R при условии обеспечения среднего сдвига $n_{cp}>0$ и заданной длины переходной кривой

В) Определение оптимального радиуса R при условии обеспечения среднего сдвига $n_{cp}<0$ и заданной длины переходной кривой

Г) Расчет выправки кривой с фиксированной точкой.

В этом случае надо добиться, чтобы сдвиг в т.К $n_k = n_\delta$.

Фиксированный сдвиг может быть больше нуля, меньше нуля и равен нулю, в зависимости от причины, заставившей фиксировать рассматриваемую точку.

Д) Определение параметров кривой при заданном значении точки начала переходной кривой (НПК₁ или НПК₂). Одновременно фиксировать обе переходные кривые нельзя.

Е) Расчет выправки обратных кривых при фиксированном положении НПК₂ первой кривой и НПК₁ второй кривой. Начала переходных кривых должны зафиксировать предельную длину прямой вставки.

Ж) Поиск оптимального сочетания радиуса и длины переходной кривой. В качестве критерия оптимизации принимается сумма квадратов сдвигов

$$\sum n_i^2 = \min$$

В виде графика это можно представить:

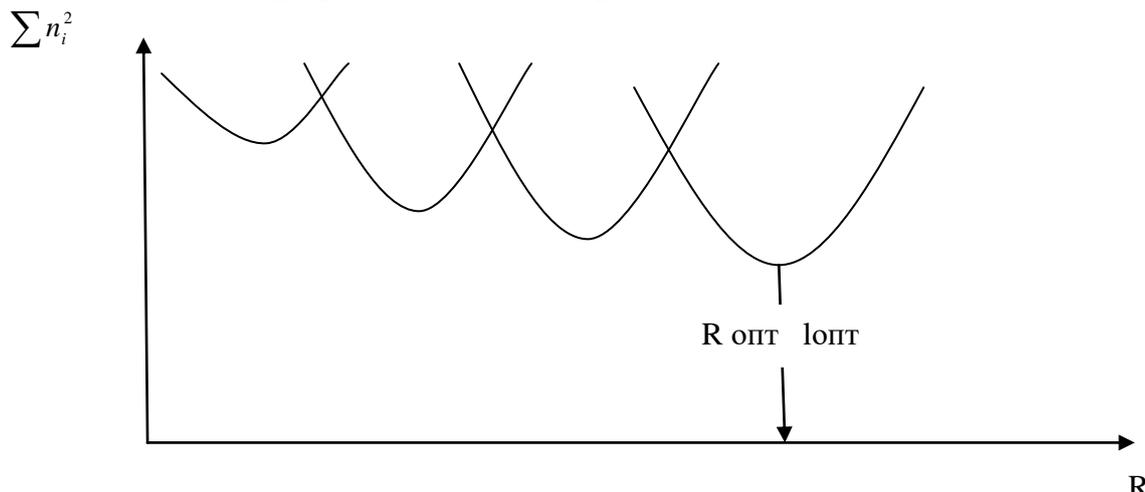


Рис.1 Поиск оптимального сочетания R и $l_{\text{пк}}$

З) Замена многорадиусной кривой – кривой одного радиуса. После реконструкции допускается оставить 2-х и 3-х радиусные кривые с длинами не менее 300м.

1.2 Изменение положения оси пути

Эти задачи связаны с недостатком ширины существующего земляного полотна. В случае невозможности расположения проектной балластной призмы на существующем земляном полотне, можно проектировать его уширение с двух сторон и с одной. При двухстороннем уширении мы вынуждены присыпать значительно больше необходимого и это связано прежде всего с технологией присыпки и уплотнения присыпаемого земляного полотна. При односторонней присыпке мы значительно сократим объем земляных работ, но вынуждены будем сместить ось существующего пути в сторону присыпаемого откоса.

Задачи изменения положения оси пути называются сходами и могут выполняться на прямой, на кривой, на части кривой, на прямой в конце кривой.

Различают параллельные и не параллельные сходы.

Если углы поворота существующей и проектной кривых равны $\alpha_c = \alpha_{\text{пр}}$, то сход параллельный, если $\alpha_c \neq \alpha_{\text{пр}}$, то не параллельный.

Задача реконструкции плана считается решенной, если:

- определены параметры плана после реконструкции ($R_{\text{пр}}, \alpha_{\text{пр}}, l_{\text{пк1,2}}$);
- определены пикетажные значения характерных точек плана, пикетаж проектируемого пути определяется, как пикетаж проекций характерных точек на существующий путь с точностью до см;
- определены разбивочные расстояния от оси существующего невыправленного пути до оси проектируемого с учетом постановки переходных кривых.

Для расчета реконструкции плана могут быть использованы углограммы, эпюры кривизны и математическая модель.

1.2.1 Сход на прямой

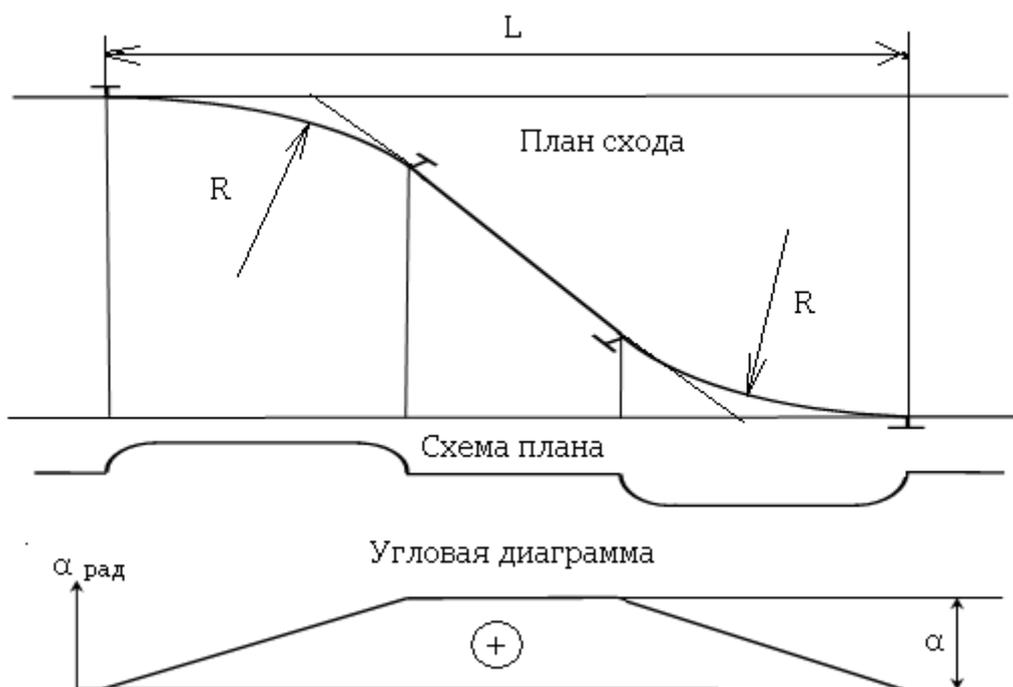


Рис.2 Схематическое изображение схода на прямой

1.2.2 Сход на прямой в конце кривой

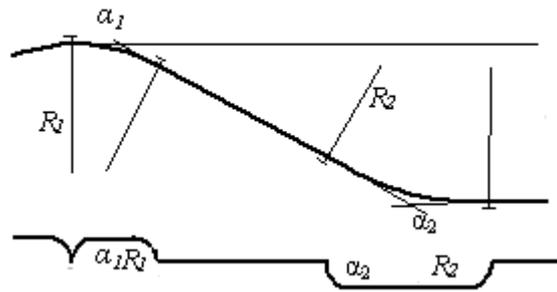


Рис.3 Схематическое изображение схода на прямой в конце кривой

$$\alpha_1 = \alpha_2 \quad R_1 \text{ не равен } R_2$$

1.2.3 Сход на части кривой

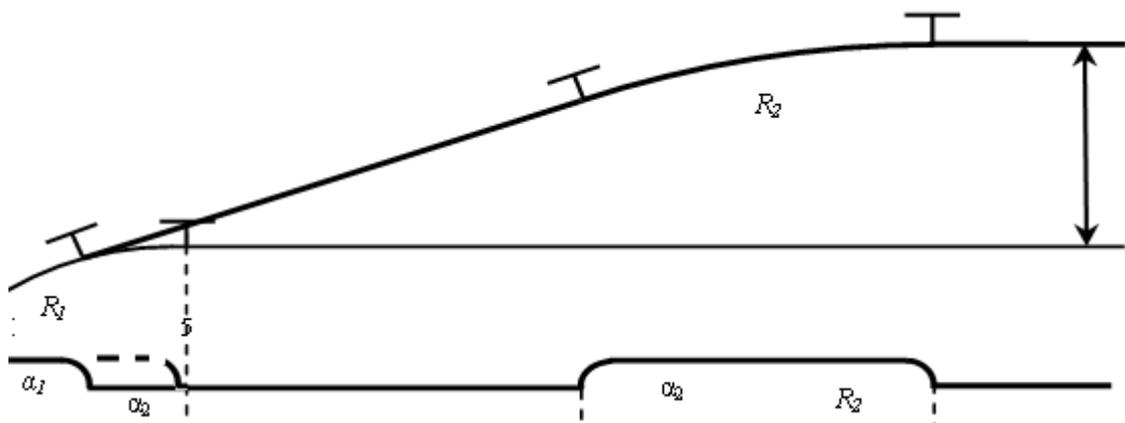


Рис.4. Смещение на прямой за счет укорочения существующей кривой

1.2.4 Сход на кривой (уширение междупутья)

Смещение оси пути лучше всего осуществлять в пределах существующей кривой. Такое решение не только не ухудшает план, как при сходе на прямой, а наоборот может позволить в некоторых случаях

увеличить проектный радиус. Задача может быть решена и в локальной системе декартовых координат, и с использованием углограмм.

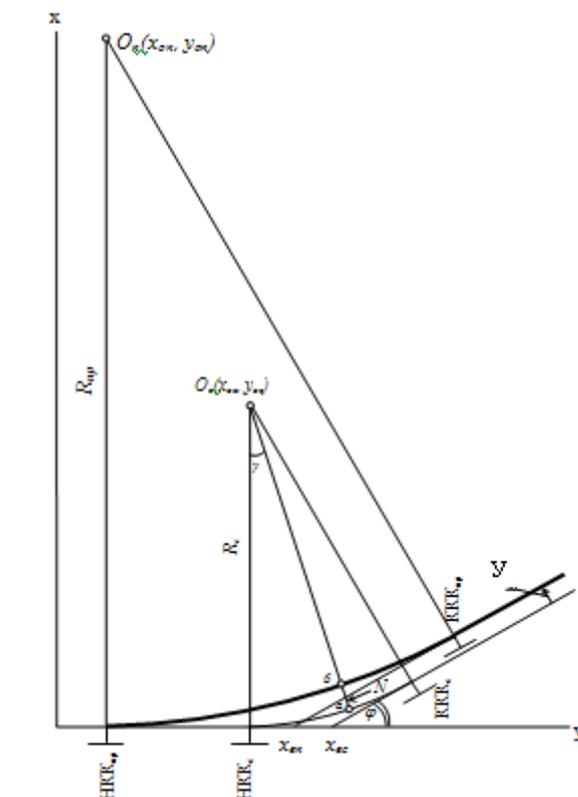


Рис.5. Смещение оси пути на кривой

1.2.5 Увеличение длины прямой вставки между смежными кривыми

Задача увеличения длины прямой вставки между смежными кривыми возникает при несоответствии её нормативным требованиям, а также при отсутствии или недостаточности длин переходных кривых.

На рис.6 представлена схема удлинения прямой вставки.

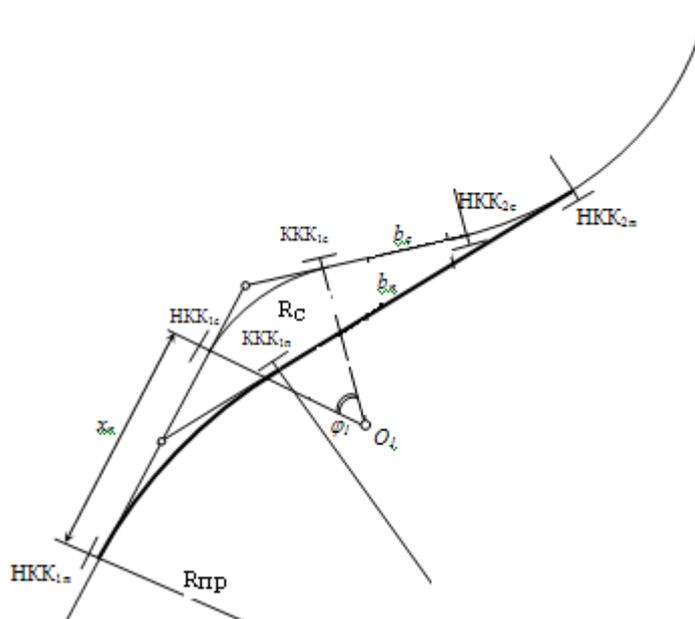


Рис.6. Удлинение прямой вставки со смещением оси существующего пути

2. Проектирование плана дополнительного пути

2.1 Обоснование параметров второго пути

Необходимость строительства вторых путей может быть обоснована при проектировании исходной трассы. В этом случае, при решении задачи овладения нарастающими перевозками уже намечается стратегия усиления ж.д. линии и определяются сроки строительства вторых путей.

При проектировании вторых путей обычно требуется решить ряд задач:

1. Устанавливается очередность строительства вторых путей на перегонах существующей линии. Для этого необходимо выполнить тяговые расчеты и установить лимитирующий перегон, то есть перегон, ограничивающий пропускную способность по рассматриваемому направлению.

2. Необходимо установить сторонность пути, если она не была установлена на стадии проектирования исходной однопутной ж.д. линии.

На выбор сторонности второго пути оказывают влияние следующие факторы:

А) Косогорность. На косогорных участках более выгодно для пристаиваемого второго пути является верховая сторона в случае преобладания насыпей и низовая сторона – выемок. При частом чередовании участков насыпей и выемок косогорность не может являться решающим фактором для выбора сторонности.

Б) Геологические условия (наличие болот, неустойчивых косогоров, больных участков).

Для оползневых склонов при нецелесообразности обхода, следует проектировать второй путь в пассивной зоне оползня.

На болотах, если насыпь первого пути осела на минеральное дно, то выбор сторонности не диктуется этим фактором. Если насыпь имеет одностороннюю осадку, то второй путь проектируем со стороны осевшей насыпи. Если насыпь не осела, то более целесообразно запроектировать второй путь на отдельном земляном полотне.

На участках с большим земляным полотном сторонность пути не должна препятствовать проведению оздоровительных мероприятий, а еще и способствовать укреплению земляного полотна.

В) Земляное полотно и водоотводы. Влияние этого фактора учитывается при отсутствии уширенной бермы под второй путь. В этом случае рассматривается два варианта: с сохранением действующего водоотвода и с проектированием нового

Г) Искусственные сооружения. При пересечении больших и средних водотоков второй путь, как правило, проектируется с низовой стороны для сохранения более сложных верховых регуляционных сооружений.

Д) Раздельные пункты. На подходах к раздельным пунктам сторонность второго пути должна учитывать схему путевого развития и размещение капитальных зданий и сооружений во избежание их сноса. Часто сторонность

пути на раздельном пункте является решающей для выбора сторонности на всем перегоне.

Е) Расположение балластных и земляных карьеров. Желательно, чтобы карьеры располагались с той же стороны, что и второй путь. Это значительно сократит стоимость транспортировки и обеспечит безопасность проведения работ.

2.2 План второго пути на прямых и кривых участках

Расстояние между осями главных путей на перегонах на прямых участках проектируется не менее 4.1 м. В обоснованных случаях это расстояние может увеличиваться до 8 – 10 м (при скоростях более 140 км/час).

На прямом участке второй путь проектируется параллельно первому, а на кривых, как правило, концентрично первому пути с учетом габаритного уширения.

В практике проектирования существует следующая классификация междупутий:

- нормальное M – равно 4.1 м на прямых и $4.1 + \Delta_{г\gamma}$ - на кривых участках пути;

- контрольное M_k - увеличено против нормального для обеспечения безопасного движения поездов по первому пути в период строительства второго пути; (рис8);

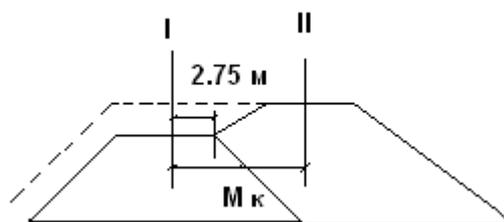


Рис.8. Контрольное междупутье

- конструктивное междупутье $M_{\text{кон}}$ - увеличенное против нормального и может быть допущено при расположении на раздельном втором пути мостов, тоннелей и других инженерных сооружений (рис.9).

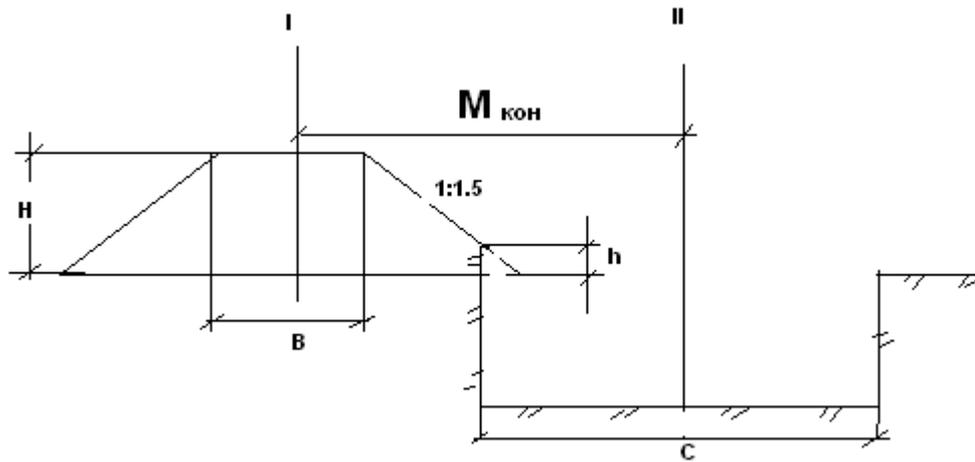


Рис.9. Схема расчета конструктивного междупутья на мосту

$$M_{\text{кон}} = \frac{B + C}{2} + (H - h) \times 1.5, \quad (1)$$

где B – ширина основной площадки земляного полотна, м;

C – ширина котлована, м;

H – высота насыпи, м;

h – высота насыпи на границе котлована (1.5 м).

3. Основные типы задач проектирования вторых путей

3.1. Изменение междупутного расстояния

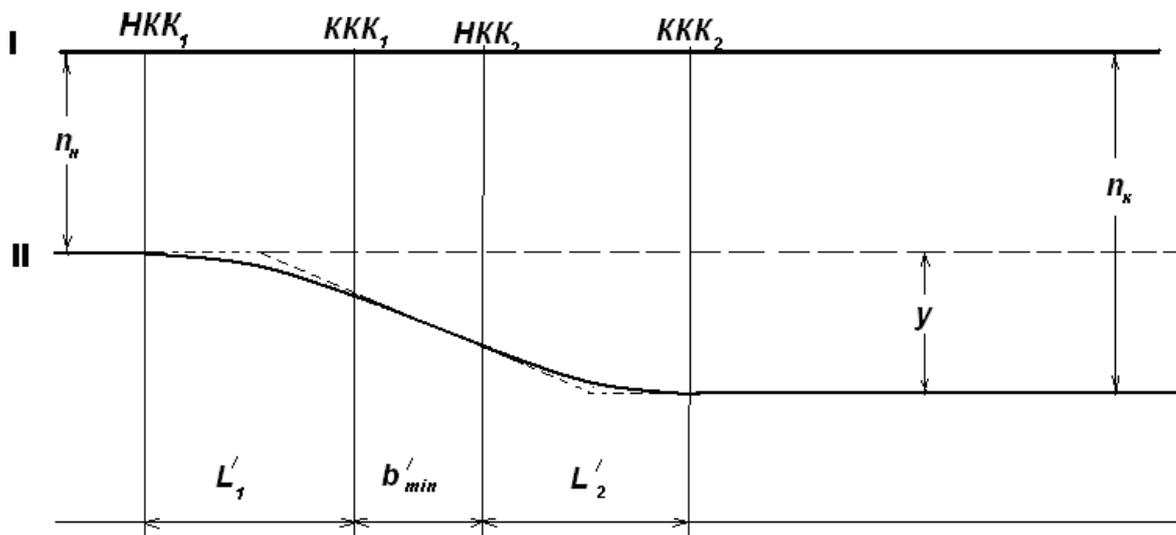


Рис.10. Изменение ширины междупутья на прямой

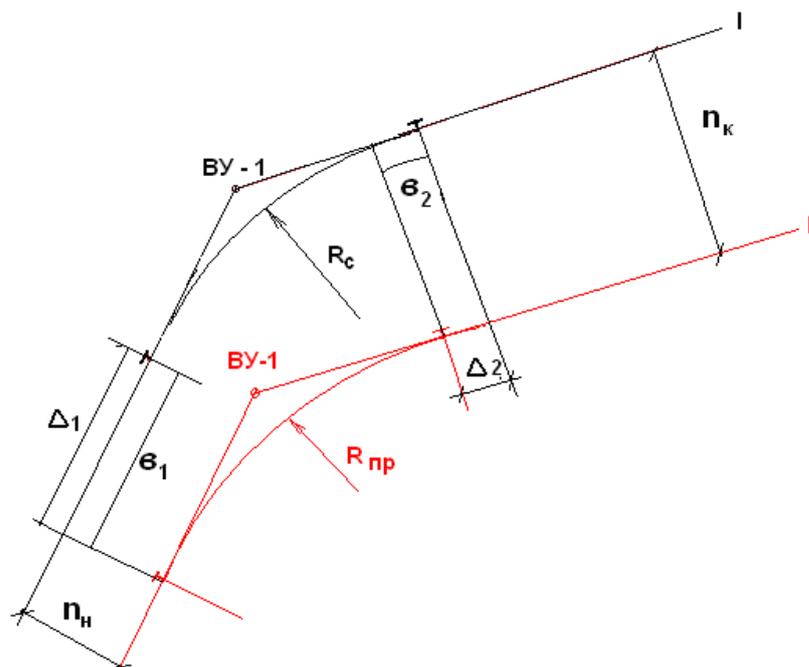


Рис.11. Изменение ширины междупутья на кривой

3.2 Устройство габаритного уширения

Задача устройства габаритного уширения решается на кривых и позволяет в кривых обеспечить величину междупутья, уширенного на величину $\Delta_{гу}$.

Величина габаритного уширения зависит от радиуса кривой и от соотношения возвышений наружных рельсов на первом и втором пути.

3.3. Задачи смены сторонности

Если на соседних участках дороги целесообразна разная сторонность второго пути, возникает необходимость изменения сторонности, что можно выполнить на прямой или в кривой.

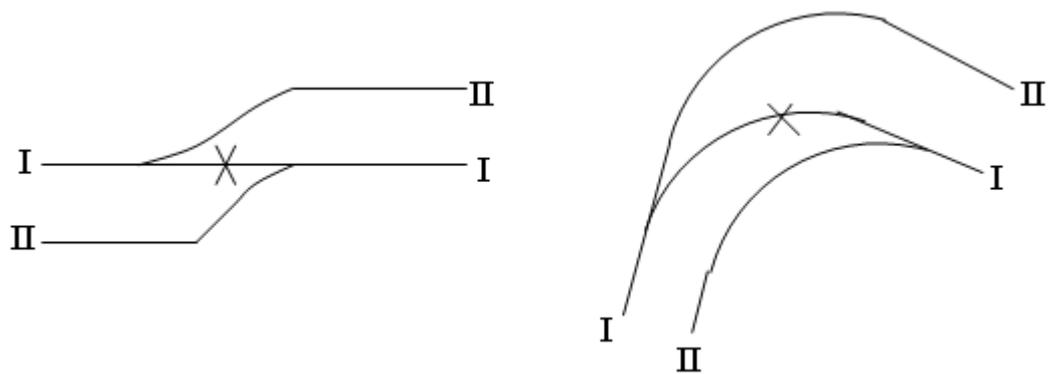


Рис.1.12. Изменение сторонности второго пути на прямой и на кривой

Литература:

1. Подвербная О.В. Проектирование реконструкции железных дорог: учеб. Пособие по курсовому и дипломному проектированию /Подвербная О.В. и др.. – Иркутск: ИрГУПС 2019. – 340с.
2. Основы проектирования, строительства и реконструкции железных дорог: Учебник /Под общ. Ред. Ю.А. Быкова и Е.С. Свинцова. – М.: ГОУ «Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте», 2009. – 448с.
3. Миронов В.С., Гороховцев Б.И., Турбин И.В. Проектирование реконструкции железной дороги: Методические указания к курсовому проектированию / Под редакцией В.С. Миронова. – М.: МИИТ, 2007. – 99 с.