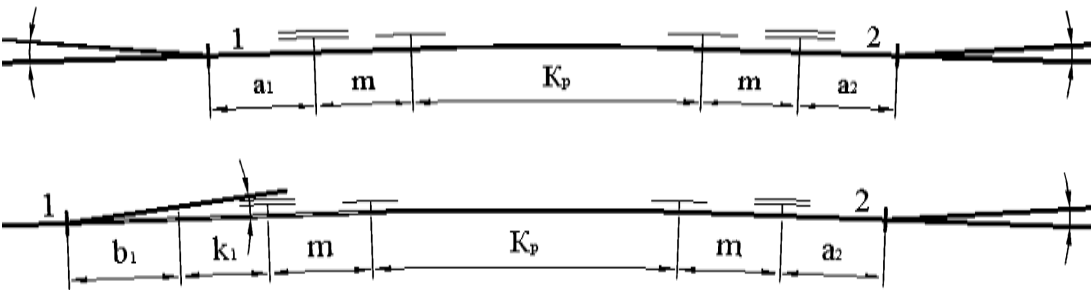


Взаимное расположение стрелочных переводов

| Схема укладки | Схема укладки переводов | Пути | | | | | |
|---------------|-------------------------|-------------------------------------|---------------------|-------------------------|-------|--------|------|
| | | главные | | приёмо-отправочные | | Прочие | |
| | | Условия | | | | | |
| | | Норм | Труд | Норм | Труд | Норм | Труд |
| встречная | | <u>12,5</u> 25 | <u>6,25</u> 12,5 | 6,25 | 6,25* | 0** | 0** |
| | | <u>12,5</u> 25 | <u>6,25</u> 12,5 | 12,5 | 6,25 | 0** | 0** |
| попутная | | <u>12,5</u> 25 | <u>6,25</u> 12,5 | 6,25 | 6,25 | 4,5 | 4,5 |
| | | По расчёту $d = L - (a_1 + b_2)$ | | По расчёту, но не менее | | | |
| | | По расчёту $d = L - (b_1 + b_2)$ | | То же | | | |

Взаимное расположение стрелочных переводов при устройстве между ними кривой

Главные пути со скоростями до 140 км/ч

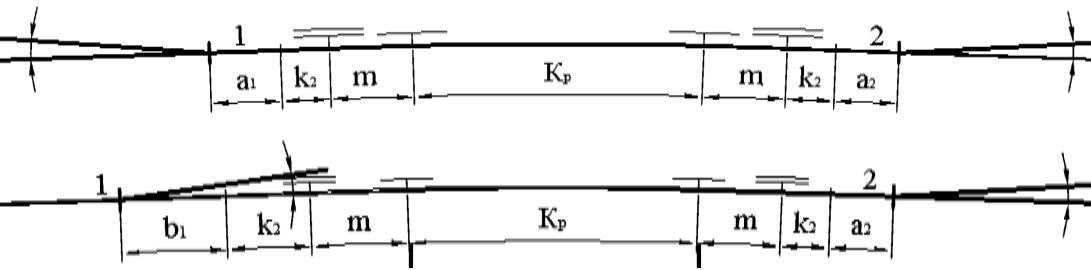


K_p – круговая кривая;

m – половина длины переходной кривой;

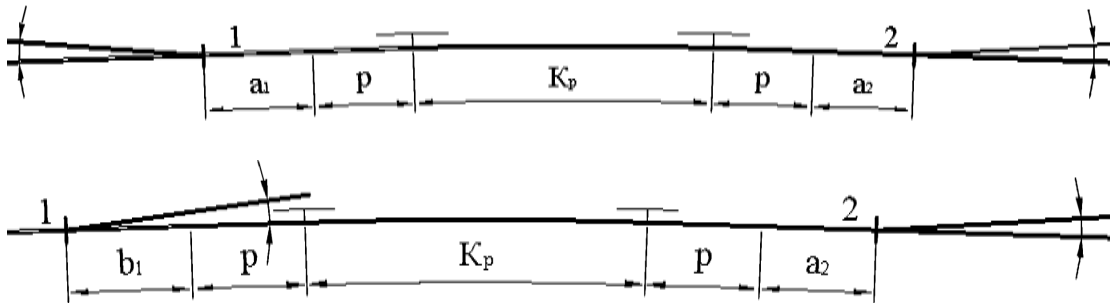
k_1 – прямая вставка на протяжении которого соединяемые пути уложены на общих брусках

Главные пути со скоростями движения от 140 до 160 км/ч



k_2 – прямая вставка между стыком рамных рельсов или торцом крестовины и началом переходных кривых; длина вставки k_2 не менее 25 м

Приёмо-отправочные и прочие пути без возвышения наружного рельса



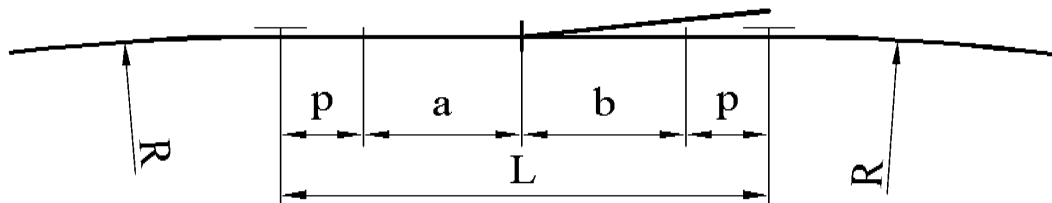
p – прямая вставка, обеспечивающая возможность устройства разгонки уширения колеи в кривых малых радиусов (менее 350 м)

Укладка стрелочного перевода в кривой

На основном неглавном пути длину прямой вставки L в кривых под укладку стрелочных переводов определяют по формуле:

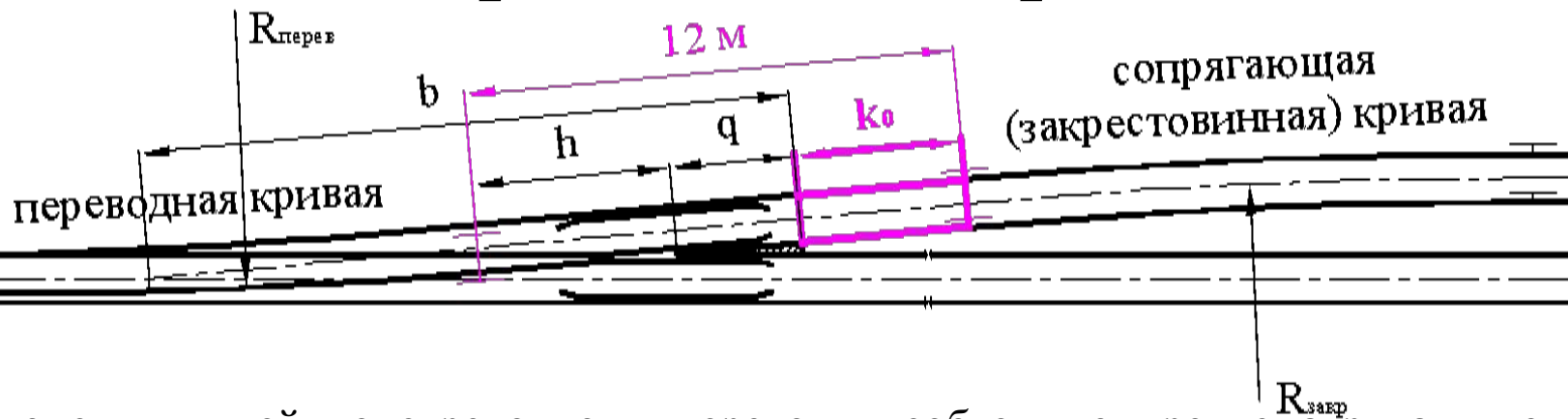
$$L = 2p + a + b$$

где p – длина прямого участка пути, на котором производится уширение колеи.



| Назначение путей | Радиус кривой, м | Длина прямой вставки p , м |
|---|------------------|------------------------------|
| Приёмо-отправочные пути при сквозном пропуске поездов | 350 и более | 0 |
| | 300 – 349 | 10 |
| | 299 м и менее | 15 |
| Приёмо-отправочные пути в нормальных условиях | 350 и более | 0 |
| | 300 – 349 | 5 |
| | 299 м и менее | 8 |
| Приёмо-отправочные пути в стеснённых условиях и прочие пути | 350 и более | 0 |
| | 300 – 349 | 3 |
| | 299 м и менее | 5 |

Укладка закрестовинной кривой



При отклонении путей по стрелочному переводу необходимо предусматривать по боковому пути между концом переводной кривой и началом закрестовинных кривых прямой участок пути длиной **не менее 12 м**. Исходя из этого условия, между торцом крестовины стрелочного перевода и закрестовинной кривой должна быть прямая вставка k_0 , длину которой определяют по формуле:

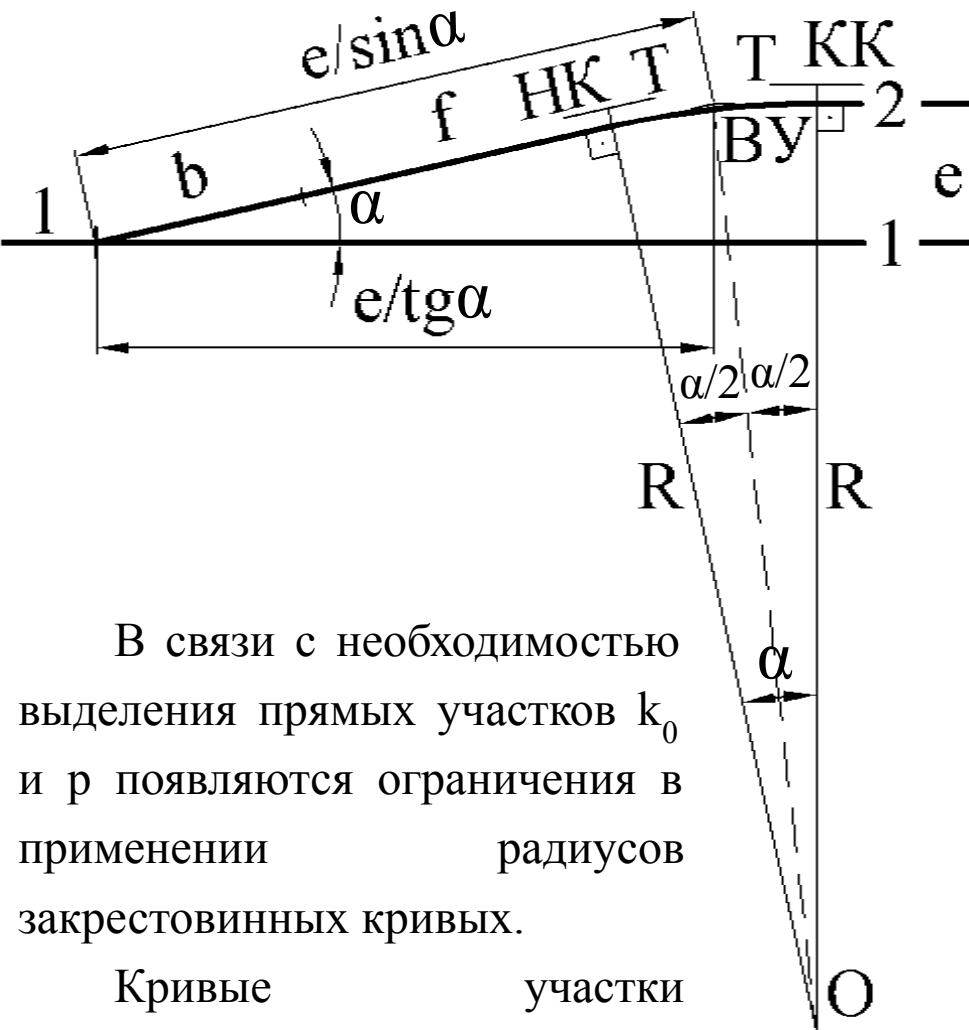
$$k_0 = 12 - h - q.$$

где h – прямая вставка от конца переводной кривой до математического центра крестовины;

q – расстояние от математического центра крестовины до её заднего стыка, м.

| Обозначение элементов | P-65 | | P-50 | | | |
|-----------------------|--------------|-------|--------------|-------|-------|-------|
| | обыкновенные | | симметричные | | | |
| | 1/11 | 1/9 | 1/11 | 1/9 | 1/9 | 1/6 |
| k_0 | 6,17 | 8,15 | 6,16 | 8,10 | 8,70 | 9,77 |
| $b + k_0$ | 25,47 | 23,97 | 25,22 | 23,70 | 24,30 | 20,33 |

Примыкание (разветвление) путей



Соединение двух параллельных путей осуществляется с помощью стрелочного перевода с укладкой за стрелочным переводом закрестовинной кривой.

Радиус закрестовинной кривой R не должен быть меньше радиуса переводной кривой стрелочного перевода.

Расчёту подлежат координаты (x) и (y) вершины угла поворота (ВУ), тангенс кривой (Т), длина кривой (К), величина прямой вставки f .

$$\text{ВУ}(x) = e/\operatorname{tg}\alpha = e \cdot \operatorname{ctg}\alpha \approx e \cdot N;$$

$$\text{ВУ}(y) = e; \quad K = \pi R \alpha^\circ / 180 = 0,017453 R \alpha^\circ$$

$$T = R \cdot \operatorname{tg}(\alpha/2) \quad f = e/\sin\alpha - (b + T) \geq k_0$$

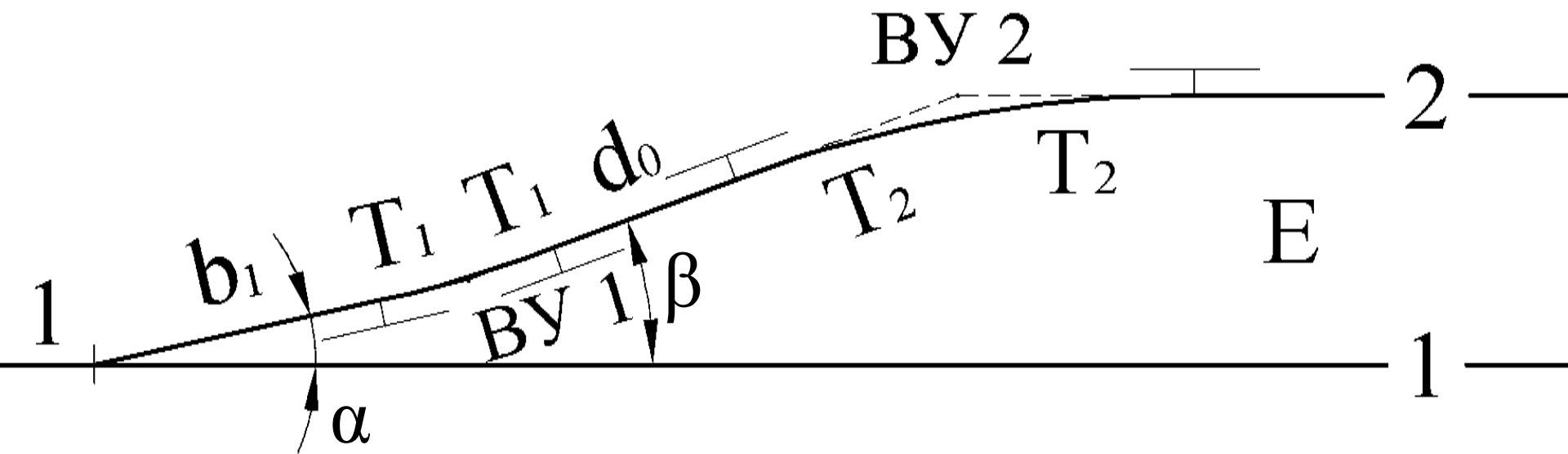
В связи с необходимостью выделения прямых участков k_0 и r появляются ограничения в применении радиусов закрестовинных кривых.

Кривые участки станционных путей (кроме главных) проектируют без возвышения наружного рельса.

Сокращённое соединение

Поскольку при междупутьях более 7 м обыкновенное соединение занимает много места в длину, то с целью уменьшения общей длины соединения пути примыкают друг к другу сокращённым соединением.

В сокращённом соединении после стрелочного перевода укладывают дополнительную кривую, увеличивающую угол наклона, за счёт чего общая длина соединения уменьшается. Между обратными кривыми укладывается прямая вставка d_0 . На путях, предназначенных для прохода организованных поездов, между обращёнными в разные стороны кривые радиусом 250 м и менее (при отсутствии безостановочного пропуска) следует укладывать прямую вставку d_0 не менее 15 м. На прочих путях прямую вставку допускается не предусматривать.



Расчёт сокращённого соединения

Метод проекций

Способ основан на проектировании элементов ломаной линии ЦП1 – НК₁ – O₁ – КК₁ – НК₂ – O₂ – КК₂ на вертикальную ось. Величина междупутья E будет выражена уравнением:

$$E = b_1 \sin \alpha + R \cos \alpha - R \cos \beta + d_0 \sin \beta - R \cos \beta + R$$

или

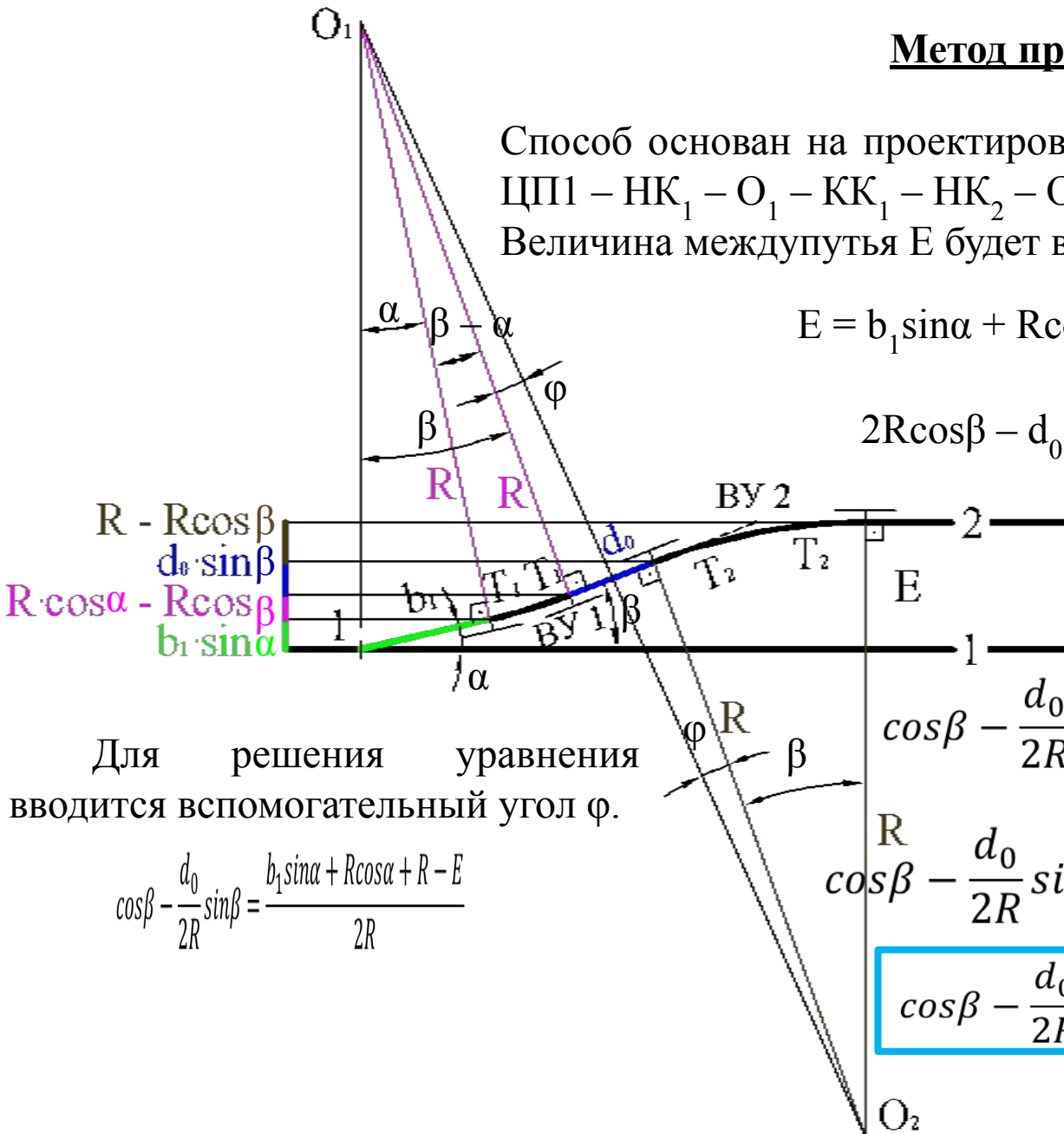
$$2R \cos \beta - d_0 \sin \beta = b_1 \sin \alpha + R \cos \alpha + R - E$$

Разделив левую и правую части на 2R, получим:

$$\cos \beta - \frac{d_0}{2R} \sin \beta = \frac{b_1 \sin \alpha + R \cos \alpha + R - E}{2R}$$

$$\cos \beta - \frac{d_0}{2R} \sin \beta = \frac{b_1 \sin \alpha + R \cos \alpha + R - E}{2R}$$

$$\cos \beta - \frac{d_0}{2R} \sin \beta = \frac{b_1 \sin \alpha + R \cos \alpha + R - E}{2R}$$



Для решения уравнения вводится вспомогательный угол ϕ .

$$\cos \beta - \frac{d_0}{2R} \sin \beta = \frac{b_1 \sin \alpha + R \cos \alpha + R - E}{2R}$$

Расчёт сокращённого соединения

Метод проекций (2 вариант)

Способ основан на проектировании элементов ломаной линии ЦП1 – НК₁ – O₁ – O₂ – КК₂ на вертикальную ось.

Величина междупутья E будет выражена уравнением:

$$E = b_1 \sin \alpha + R \cos \alpha - O_1 O_2 \cos(\beta + \varphi) + R$$

или

$$O_1 O_2 \cos(\beta + \varphi) = b_1 \sin \alpha + R \cos \alpha + R - E$$

Для решения уравнения вводится вспомогательный угол φ .

$$\cos \beta - \frac{d_0}{2R} \sin \beta = \frac{b_1 \sin \alpha + R \cos \alpha + R - E}{2R}$$

Расстояние O₁O₂ равно:

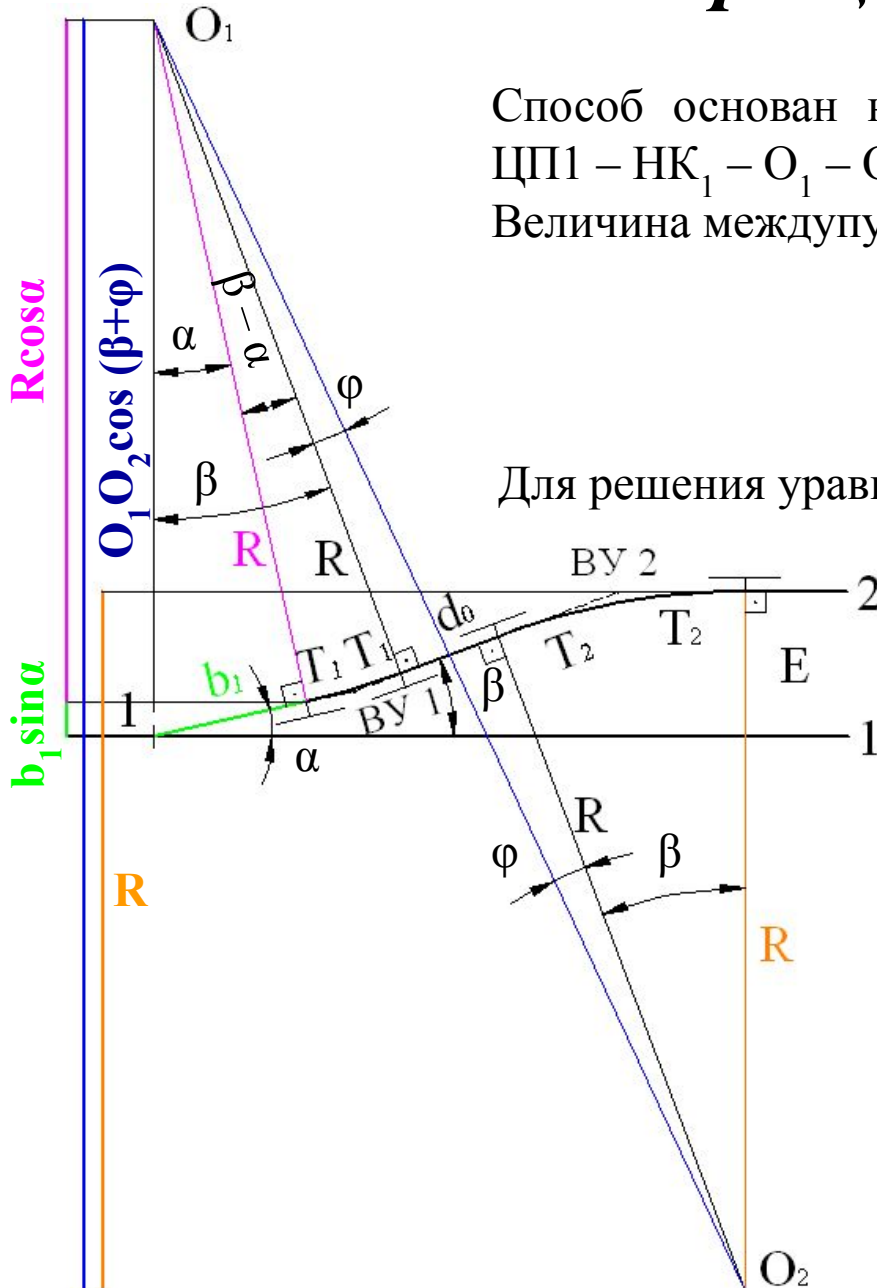
$$\cos \beta - \frac{d_0}{2R} \sin \beta = \frac{b_1 \sin \alpha + R \cos \alpha + R - E}{2R}$$

Тогда

$$2R \cos(\beta + \varphi) / \cos \varphi = b_1 \sin \alpha + R \cos \alpha + R - E$$

Разделим обе части уравнения на 2R и умножим на cos φ .

$$\cos \beta - \frac{d_0}{2R} \sin \beta = \frac{b_1 \sin \alpha + R \cos \alpha + R - E}{2R}$$



Расчёт сокращённого соединения

Метод треугольников

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

Для решения уравнения вводится вспомогательный угол φ .

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

Значение

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

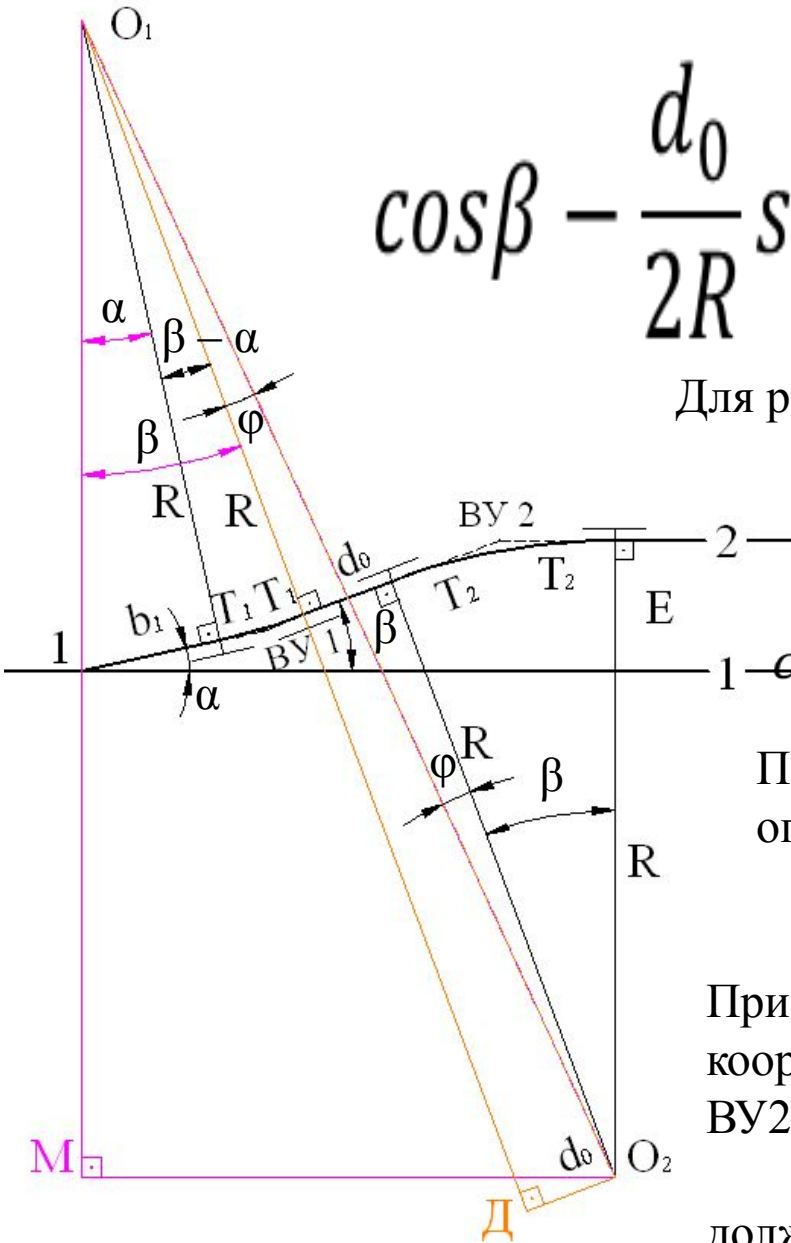
После определения угла β (при известном угле φ) определяют длины тангенсов T_1 и T_2 по формулам:

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

При известных величинах α , β , b_1 , T_1 , T_2 , d_0 , определяем координаты по осям x и y вершин углов поворота ВУ1 и ВУ2.

Контроль правильности расчёта: координата ВУ2 (y) должно соответствовать значению E .



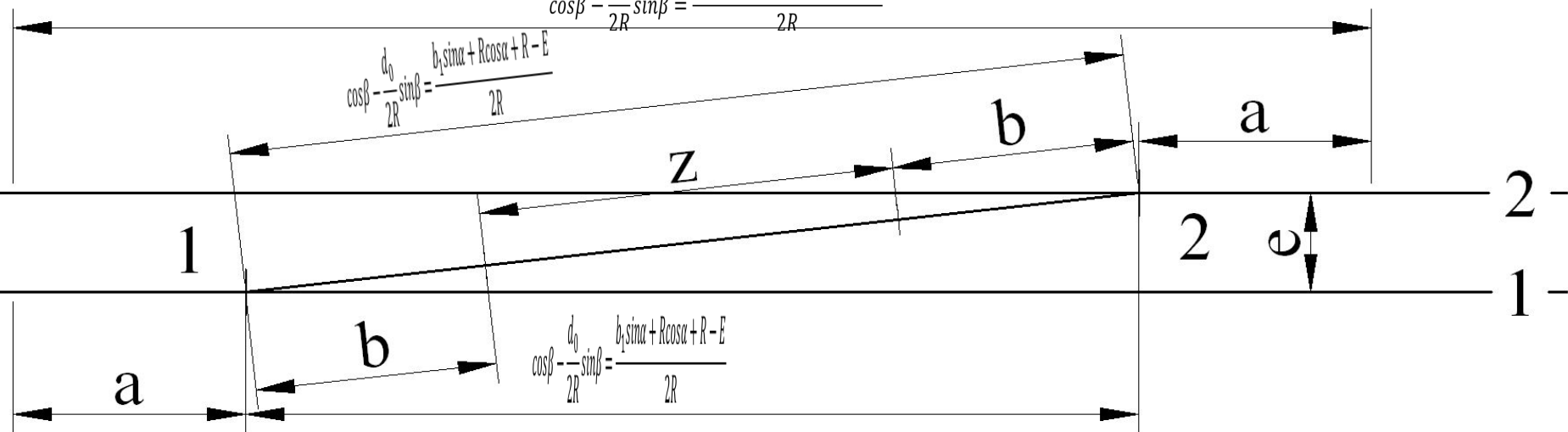
Съезды между двумя параллельными путями

Между двумя параллельными путями могут устраиваться простые, сокращённые и перекрёстные съезды. В стеснённых условиях, когда нельзя уложить последовательно два встречных съезда, они могут быть уложены в виде перекрёстного съезда с глухим пересечением, имеющим угол 2α . При широких междупутьях (более 7,5 м) укладывается сокращённый съезд с двумя обратными кривыми и вставкой d_0 между ними.

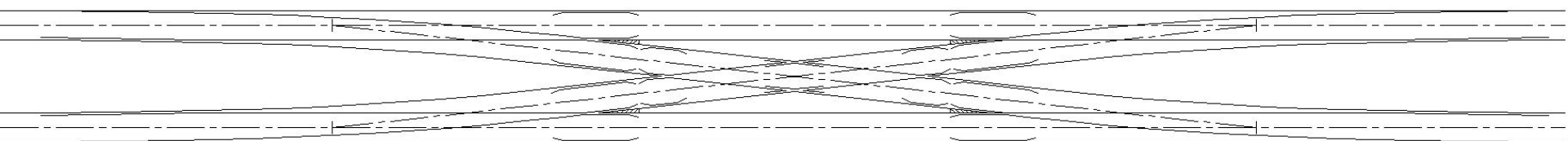
Обыкновенный съезд

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

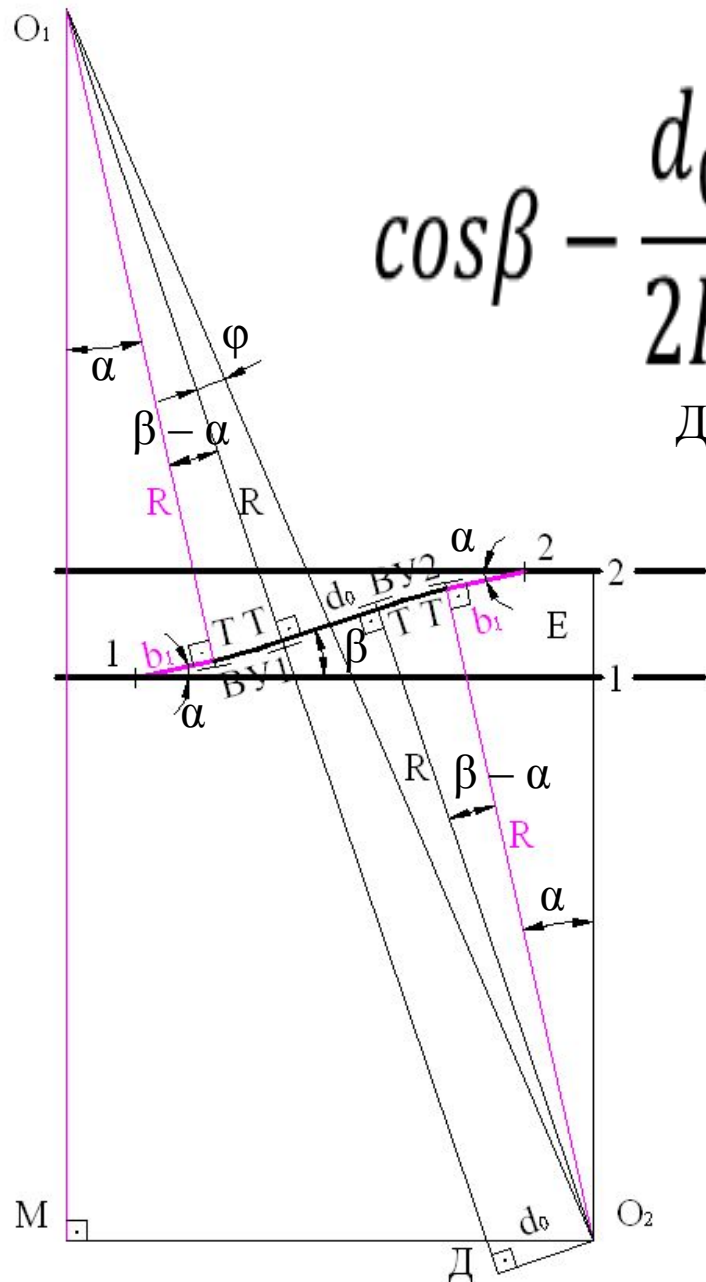


Перекрёстный съезд



Перекрёстные съезды возможно укладывать при обыкновенных стрелочных переводах при междупутье не менее 5,3 м; при симметричных стрелочных переводах марки $1/6$ при междупутье не менее 4,8 м.

Сокращённый съезд



$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

Для решения уравнения вводится вспомогательный угол φ .

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

Значение

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

После определения угла β (при известном угле φ) определяют длины тангенсов T по формулам:

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

При известных величинах α , β , b_1 , T , d_0 , определяем координаты по осям x и y вершин углов поворота ВУ1 и ВУ2.

Контроль правильности расчёта: координата ЦП2 (y) должно соответствовать значению E .

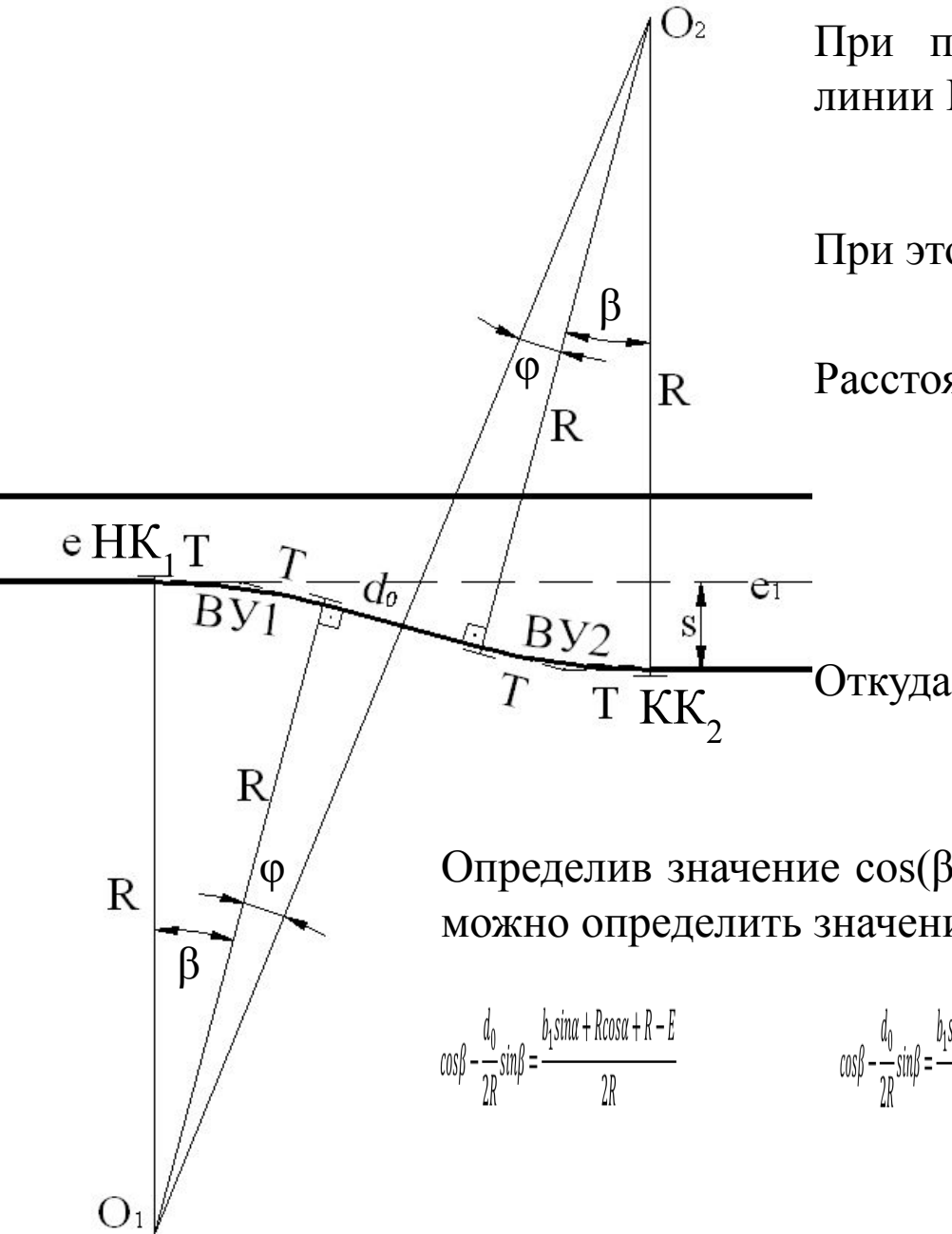
Параллельное смещение путей

Параллельное смещение путей проектируется на станциях для уширения междупутий под установку опор контактной сети, освещения, пассажирских платформ. Для плавности движения поездов по смещаемому пути (особенно главным) применяют радиусы больших размеров 3000 – 4000 м. На приёмо-отправочных и главных путях не рекомендуется применять кривые радиусом менее 600 м. Кривые участки путей по которым не предусматривается безостановочный пропуск поездов проектируют без возвышения наружного рельса и переходных кривых. Между обратными кривыми предусматриваются вставки:

- на главных путях – не менее 75 м; в стеснённых условиях – не менее 30 м;
- при скоростном движении – не менее 150 м, в стеснённых условиях – не менее 30 м;
- на приёмо-отправочных путях между обращёнными в разные стороны кривыми радиусом 250 м и менее предусматривается прямая вставка не менее 15 м.
- на прочих путях прямая вставка может не предусматриваться.

Для расчёта параллельное смещение станционного пути на величину s задают следующие величины: величина прямой вставки d_0 , радиуса R и определяют величину угла β , длину кривой K , тангенса T и общую длину смещения L .

Параллельное смещение путей



При проекции на вертикальную ось ломаной линии $HK_1 - O_1 - O_2 - KK_2$, получаем:

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

При этом величина смещения s равна:

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

Расстояние $O_1 O_2$ равно:

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

Определив значение $\cos(\beta + \varphi)$, величину угла $\beta + \varphi$, а также угла β , можно определить значения T , K , L .

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

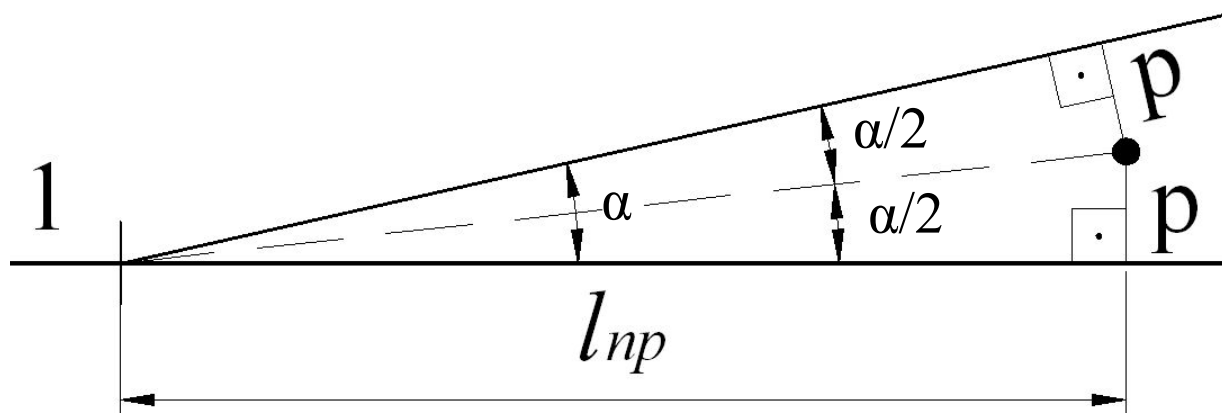
$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

Предельные столбики

Предельный столбик – это сигнальный знак, указывающий границу в пределах которой может находиться подвижной состав на данном пути, не нарушая безопасности движения по соседнему пути. Предельные столбики на путях, не оборудованных рельсовыми цепями, устанавливаются посередине междупутья в том месте, где расстояние между осями расходящихся от центра стрелочного перевода путей равно **4,1 м**, а на тех путях, где не обращается подвижной состав габарита Т – **3,81 м**. Расстояние от предельного столбика до оси прямого пути $p = 2,05 м$.

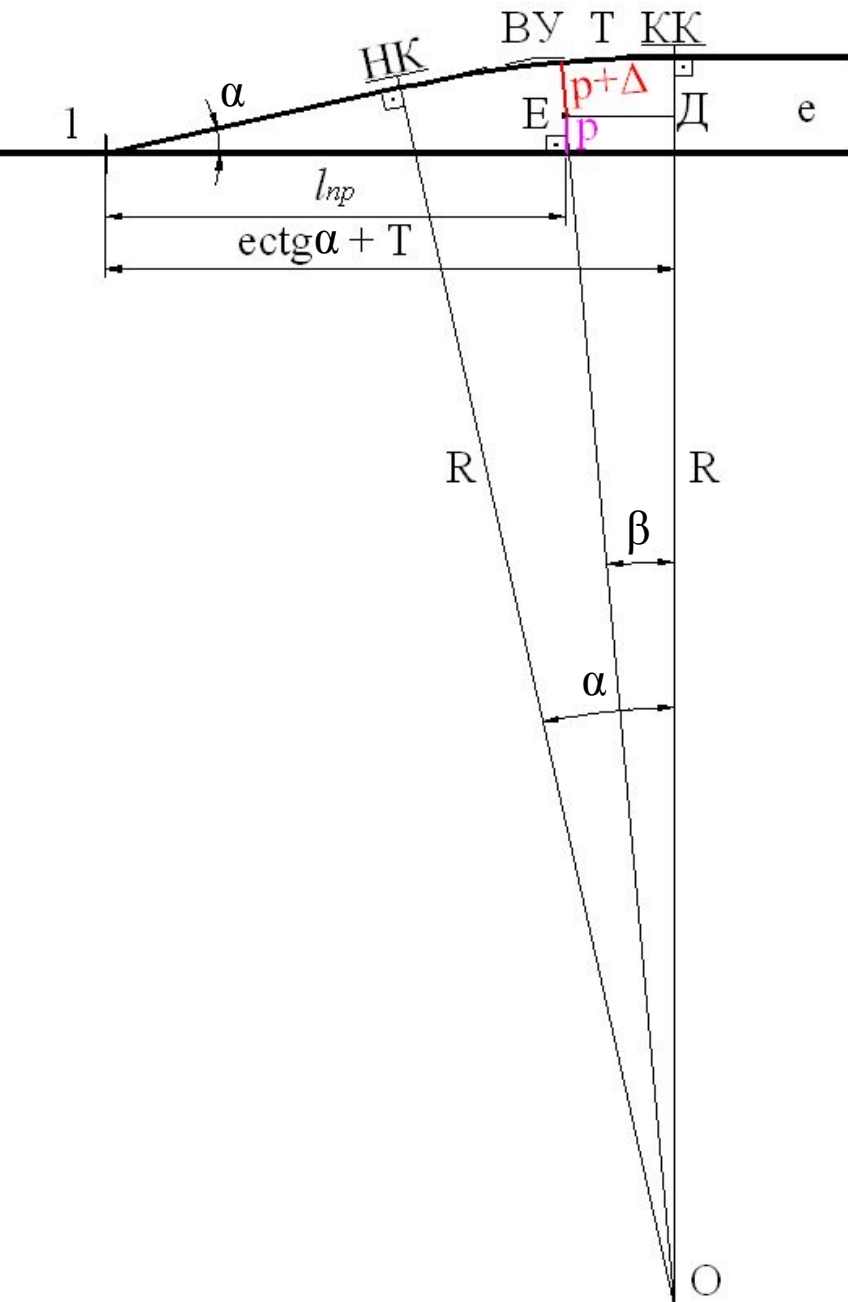
Расстояние от центра перевода до предельного столбика l_{np} зависит от плана обоих соединяемых путей.

Расстояние от центра перевода до предельного столбика, установленного между двумя расходящимися в разные стороны путями составит:



$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

Предельные столбики



Если в месте установки предельного столбика один из путей располагается на кривой, то расстояние до предельного столбика зависит не только от марки крестовины, но и от ширины междупутья e и радиуса кривой, а расстояние от оси пути, расположенного на кривом участке, до предельного столбика будет равно $p + \Delta$.

Если кривая расположена к предельному столбику внутренней стороной, то значение угла β при $e > 2p + \Delta$ определяется из равенства ($\triangle EDO$):

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

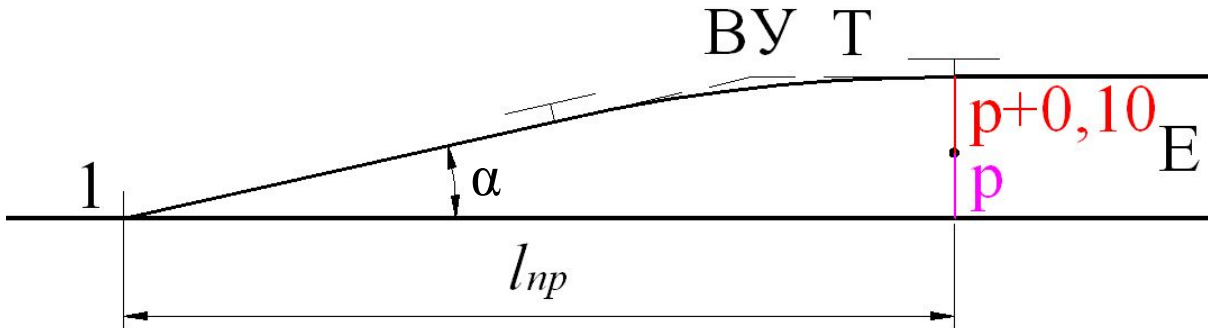
Тогда расстояние от центра перевода до предельного столбика:

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

При $\alpha < \beta$ расстояние до предельного столбика определяется по предыдущему варианту расчёта.

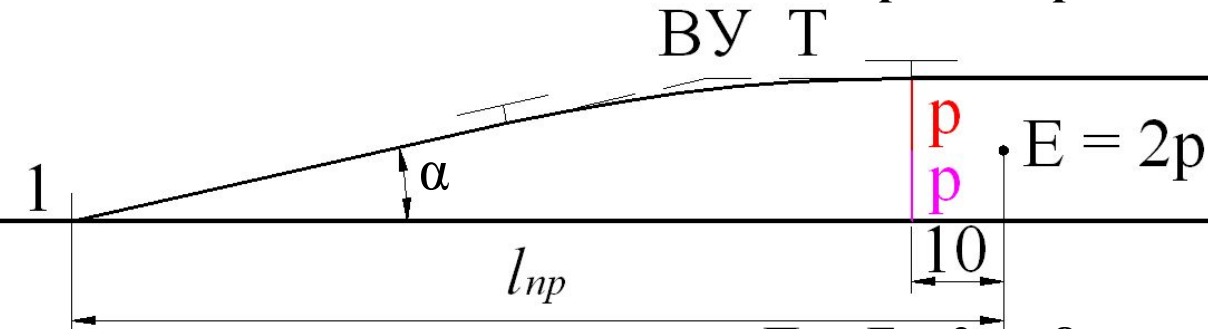
Предельные столбики (особые случаи)

При $E = 2p + 0,10$ м



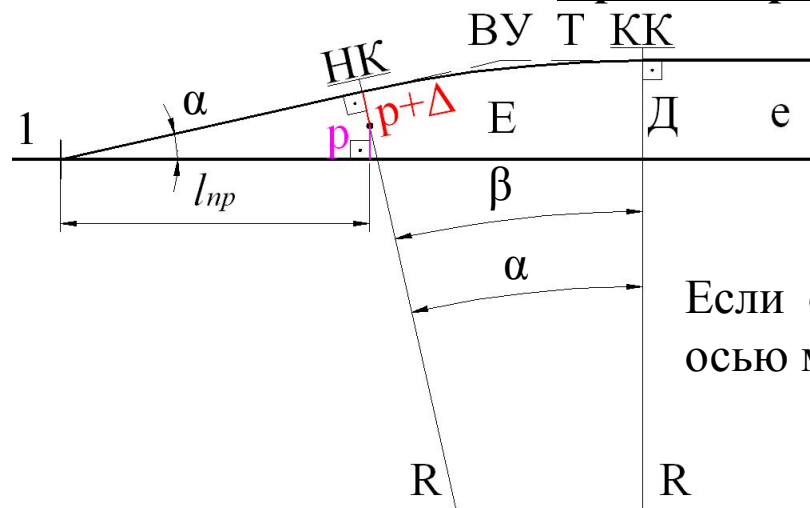
$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

При $E = 2p$



$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

При $E > 2p$ и $\beta = \alpha$



$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

Если ось симметричного перевода совпадает с осью междупутья, то:

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

Предельные столбики

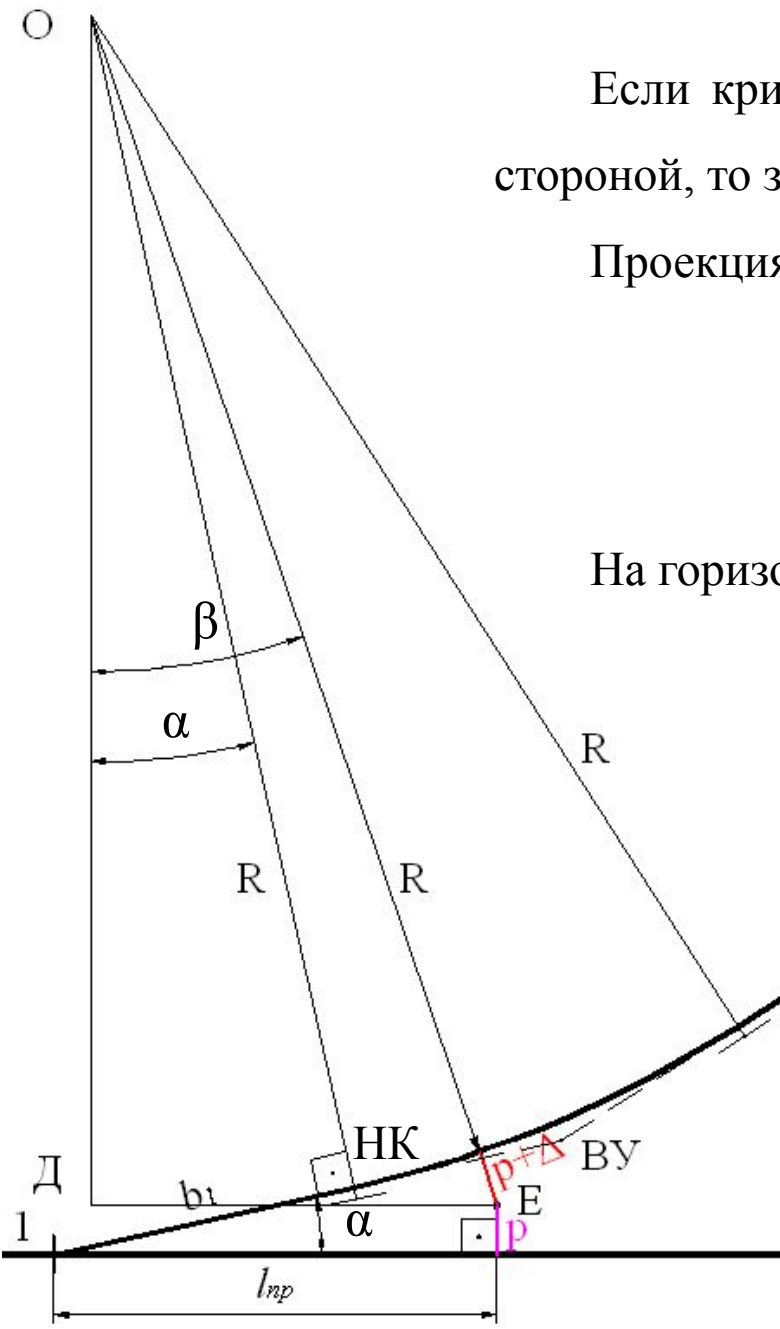
Если кривая расположена к предельному столбику наружной стороной, то значение угла β определяется из $\triangle ODE$.

Проекция ЦП1 – НК – О – Е на вертикальную ось:

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

На горизонтальную ось:

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

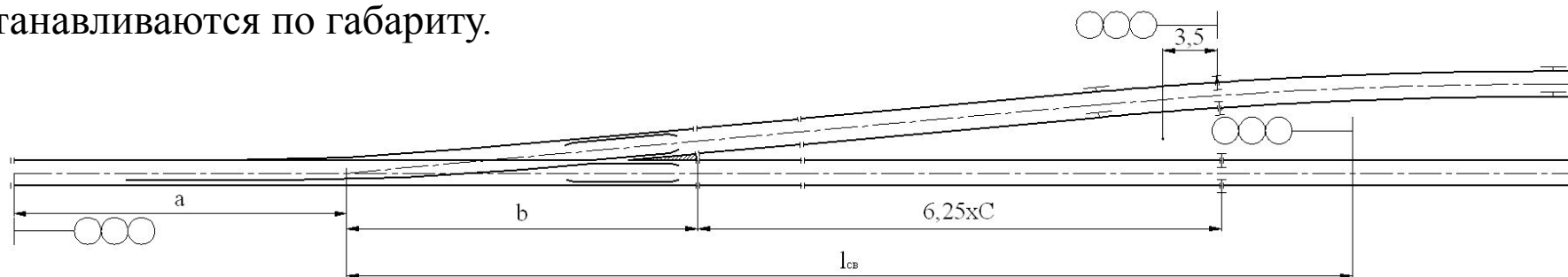


Предельные столбики

На путях, оборудованных рельсовыми цепями, изолирующие стыки размещаются за предельным столбиком в сторону пути на расстоянии 3,5 м (с учётом максимальной длины выступающей части подвижного состава по отношению к крайней оси). Чтобы применять стандартные рубки (6,25 м) от торца крестовины до изолирующего стыка, $l_{пр}$ увеличивают по сравнению с рассчитанным по формулам. При оборудовании на станциях путей и стрелочных переводов электрическими цепями за торцом крестовины требуется установка изолирующих стыков. В целях повышения безопасности движения и лучшего использования полезной длины путей было принято решение об установке предельных столбиков на расстоянии 3,5 м от изолирующих стыков.

В связи с упорядочением норм взаимного расположения изолирующих стыков и предельных столбиков правила и нормы установки светофоров:

- светофоры перед противошёрстными стрелками устанавливаются в створе со стыком рамного рельса (на расстоянии a от центра стрелочного перевода);
- светофоры перед пошёрстными стрелками в разных междупутьях с предельным столбиком данного пути устанавливаются в створе с изолирующим стыком (на расстоянии 3,5 м от предельного столбика в сторону пути);
- светофоры, расположенные в одном междупутье с предельным столбиком, устанавливаются по габариту.



Стрелочные улицы

Стрелочной улицей называется совокупность групп параллельных (непараллельных) путей и стрелочных переводов уложенных в определённой последовательности от одного (основного) пути.

Конструкция стрелочных улиц имеет существенное значение при проектировании станций; они определяют удобство работы и влияет на условия безопасности. От длины стрелочных улиц часто зависят необходимая длина площадки станции и строительные затраты.

В зависимости от схемы расположения переводов и угла наклона улицы к основному пути различают следующие виды стрелочных улиц:

- простейшие (под углом крестовины (под углом α); по основному пути);
- сокращённые;
- под двойным углом крестовины (под углом 2α);
- веерные (концентрические; неконцентрические);
- пучкообразные;
- комбинированные.

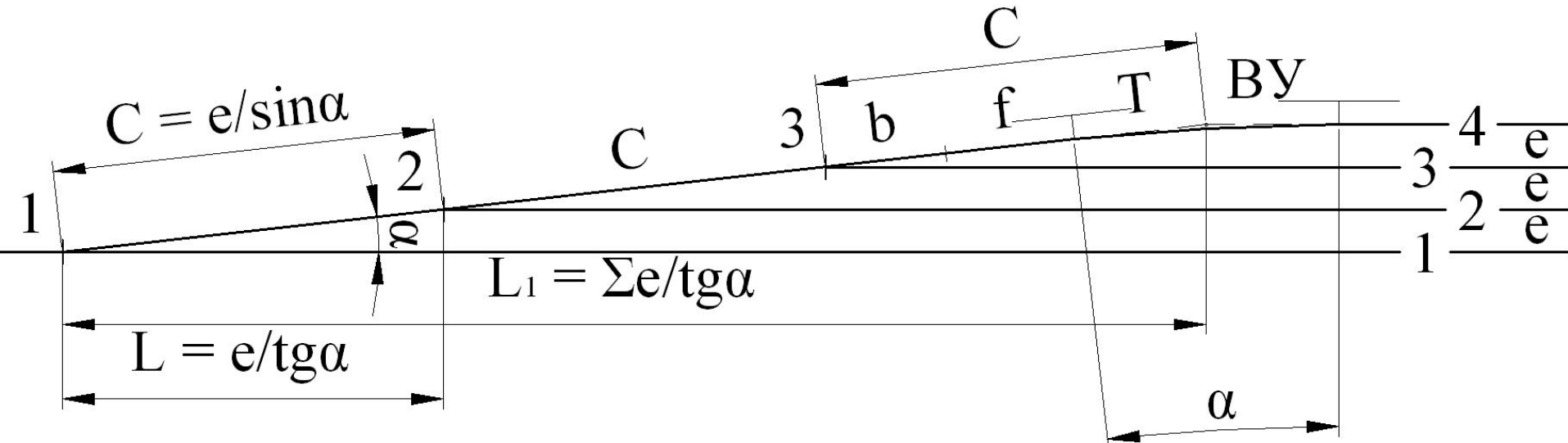
При расчёте стрелочных улиц всех видов известными величинами являются расстояния между осями параллельных путей e , радиусы сопрягающих кривых R , данные о стрелочных переводах (тип рельсов, марки крестовины, расстояния a , b , L_n).

Стрелочная улица под углом крестовины (под углом α)

При расчёте стрелочной улицы определяют значения C , L , T , координаты центров переводов и вершины угла поворота. Проверяется достаточность вставки f для разгонки уширения колеи ($f \geq p$). Длина стрелочной улицы по проекции от центра первого перевода до вершины угла поворота крайнего пути:

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

Центр первого стрелочного перевода принимают за начало координат и, проектируя на горизонтальную ось X и вертикальную ось Y расстояния находят координаты центров переводов, вершины угла поворота. Этот же принцип применяется для всех других видов стрелочных улиц.



Стрелочная улица по основному пути

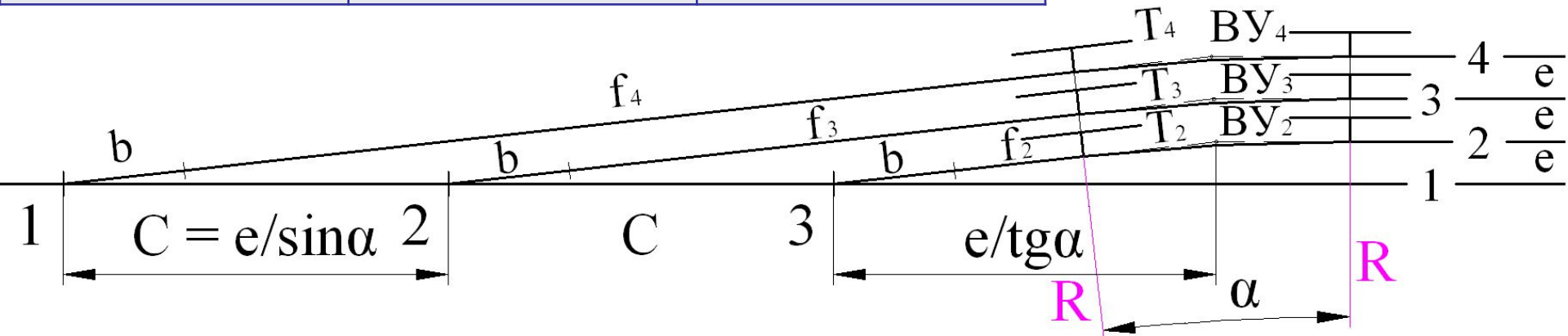
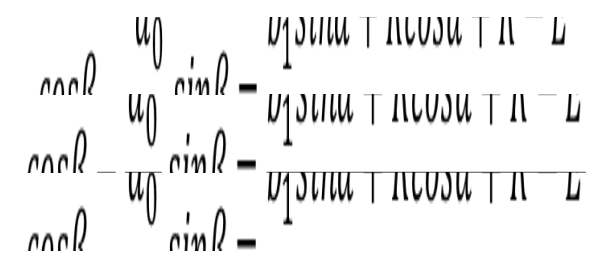
В стрелочной улице по основному пути кривые путей 2, 3, и т.д. концентричны. Радиус кривой второго пути задаётся стандартным. Радиусы кривых на последующих путях возрастают на величину междупутья, т.е. $R_3 = R_2 + e$; $R_4 = R_2 + 2e$. Координаты центров переводов и вершин углов поворота:

| Наименование точки | Координата по оси X | Координата по оси Y |
|--------------------|----------------------------------|---------------------|
| ЦП1 | 0 | 0 |
| ЦП2 | C | 0 |
| ЦП3 | 2C | 0 |
| ВУ2 | $2C + e/\operatorname{tg}\alpha$ | e |
| ВУ3 | $C + 2e/\operatorname{tg}\alpha$ | 2e |
| ВУ4 | $3e/\operatorname{tg}\alpha$ | 3e |

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$



Простейшие стрелочные улицы

Достоинства простейших стрелочных улиц

- хорошая видимость;
- удобство обслуживания.

Недостатки простейших стрелочных улиц

- значительное увеличение длины при большом числе путей (пропорционально числу путей);
- значительное увеличение длины при широких междупутьях (пропорционально ширине междупутья);

Условия применения

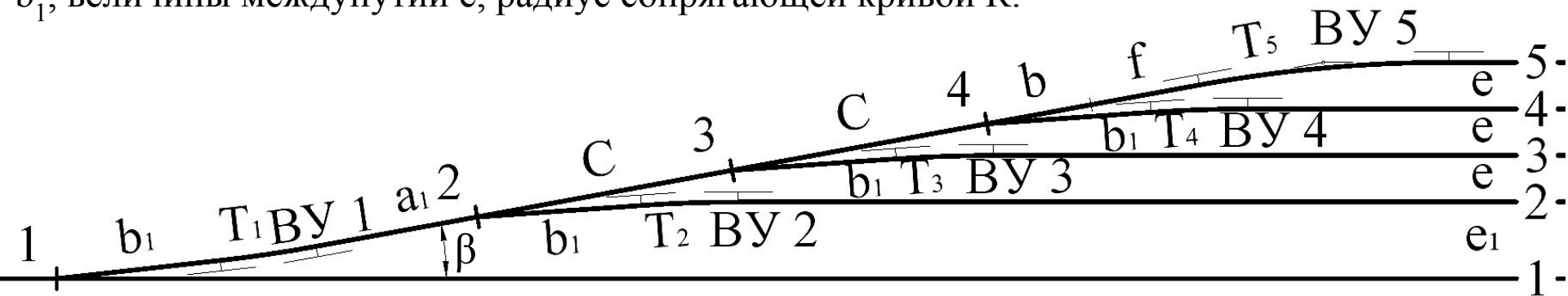
В небольших парках с количеством путей не более четырёх.

Сравнение двух видов стрелочных улиц

Из двух видов простейших стрелочных улиц предпочтительнее первый, который имеет прямые пути в пределах полезной длины, что обеспечивает лучшую видимость при маневрах. Если основной путь 1 стрелочной улицы является главным, следует применять стрелочную улицу под углом крестовины, чтобы на главном пути укладывать меньшее количество стрелочных переводов.

Сокращённые стрелочные улицы

В сокращённой стрелочной улице придаётся более крутой наклон посредством укладки дополнительной кривой после первого стрелочного перевода, за счёт чего достигается меньшая длина стрелочной улицы по сравнению с длиной стрелочной улицы под углом крестовины. Известны: тип перевода, расстояние от центра перевода до кривой b_1 , величины междупутий e , радиус сопрягающей кривой R .

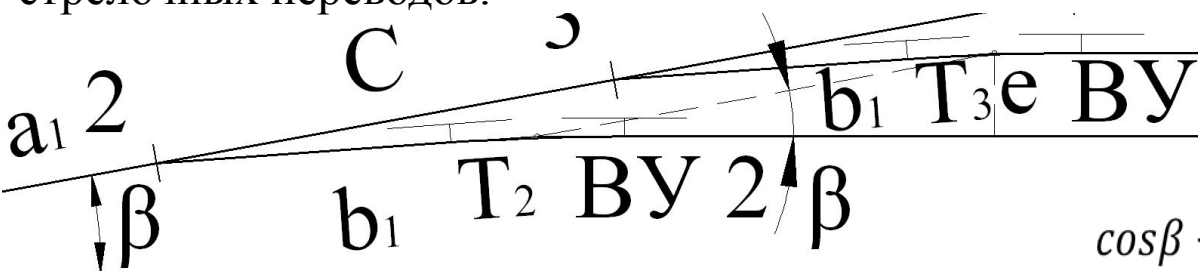


Для определения максимального значения угла наклона β из зависимости:

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

Значение прямой вставки d принимают применительно к схеме 3 попутной укладки стрелочных переводов.



$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

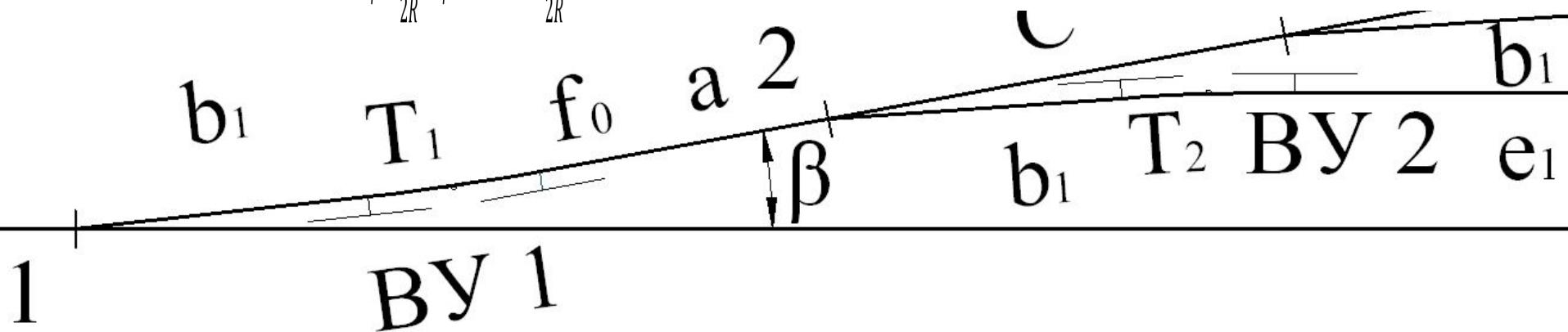
$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

Сокращённые стрелочные улицы

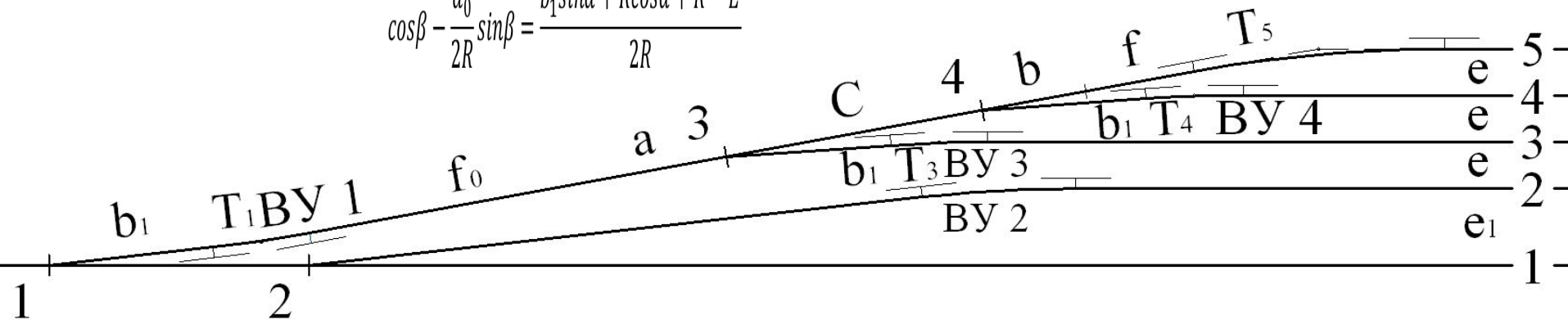
Если первое междупутье e_1 задано и больше расчётного $e^{\text{расч}}$, укладывают прямую вставку f_0 , которая добавляется к a_1 . Длина этой вставки определяется по формуле:

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$



Если первое междупутье e_1 задано и меньше расчётного $e^{\text{расч}}$, необходимо уложить стрелочный перевод 2 на первый путь и найти увеличенную вставку f_0 :

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$



или уменьшают величину угла β , значение которого определяют из заданной величины e_1 . Потребность в уменьшении угла β возникает и при невыполнении неравенства $f_5 < p$.

Сокращённые стрелочные улицы

Метод треугольников

Метод основан на построении двух вспомогательных прямоугольных треугольников с общей гипотенузой. Длина катетов $O_1Д$ и $O_2Д$ определяется:

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

Величина угла $ДО_1O_2$ (φ) определяется из соотношения:

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

Гипотенуза O_1O_2 :

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

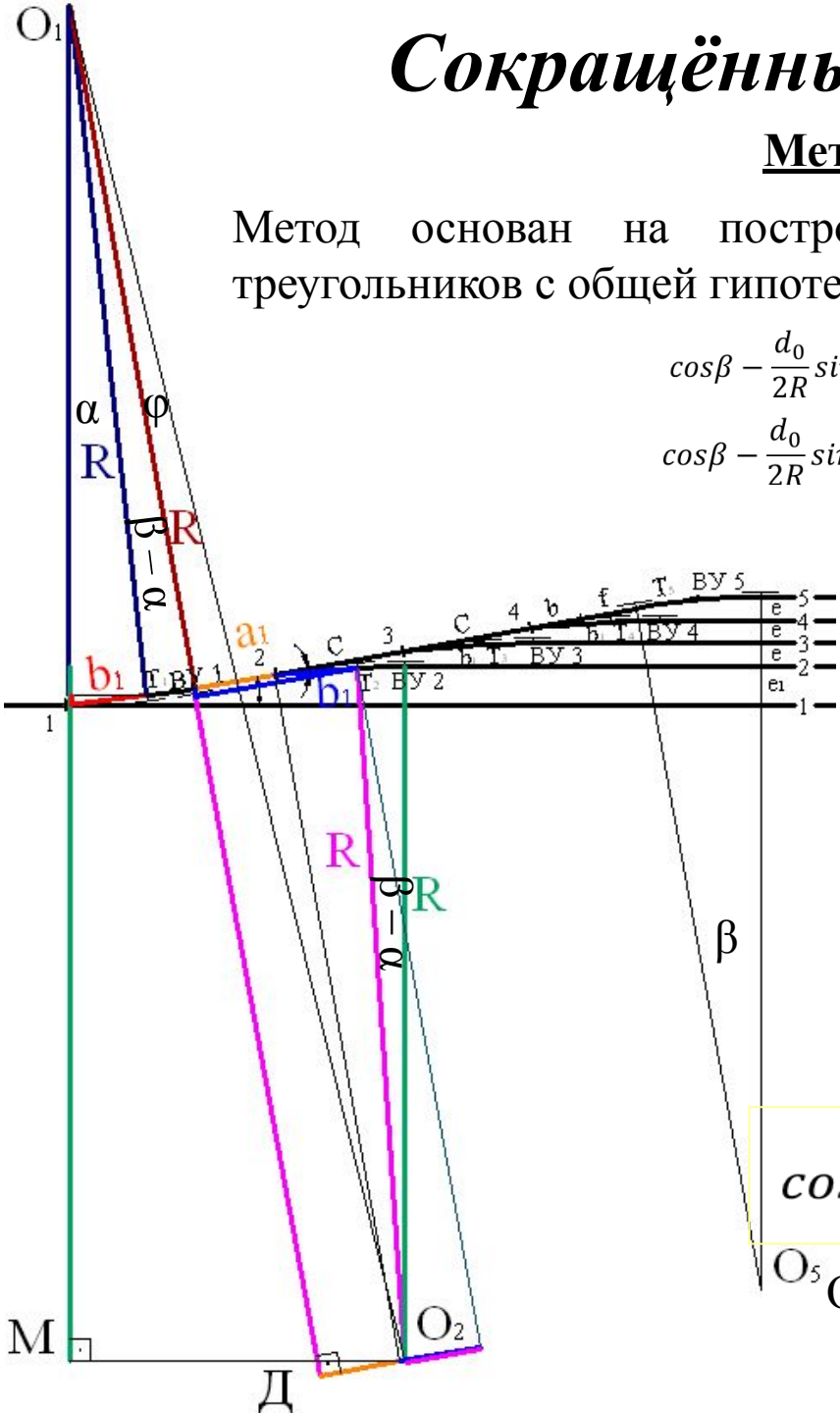
Катет $O_1М$:

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

Определив угол β , находят величину C из условия:

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$



Сокращённые стрелочные улицы

Метод проекций

Для пути 2 проекция ломаной линии ЦП₁-НК₁-О₁-КК₁-ЦП₂-НК₂-О₂-КК₂ на вертикальную ось даст величину междупутья e_1 .

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

Разделим обе части уравнения на $R + b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha$:

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

Для решения вводим вспомогательный угол φ :

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

Умножаем обе части полученного уравнения на $\cos\varphi$ получаем:

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

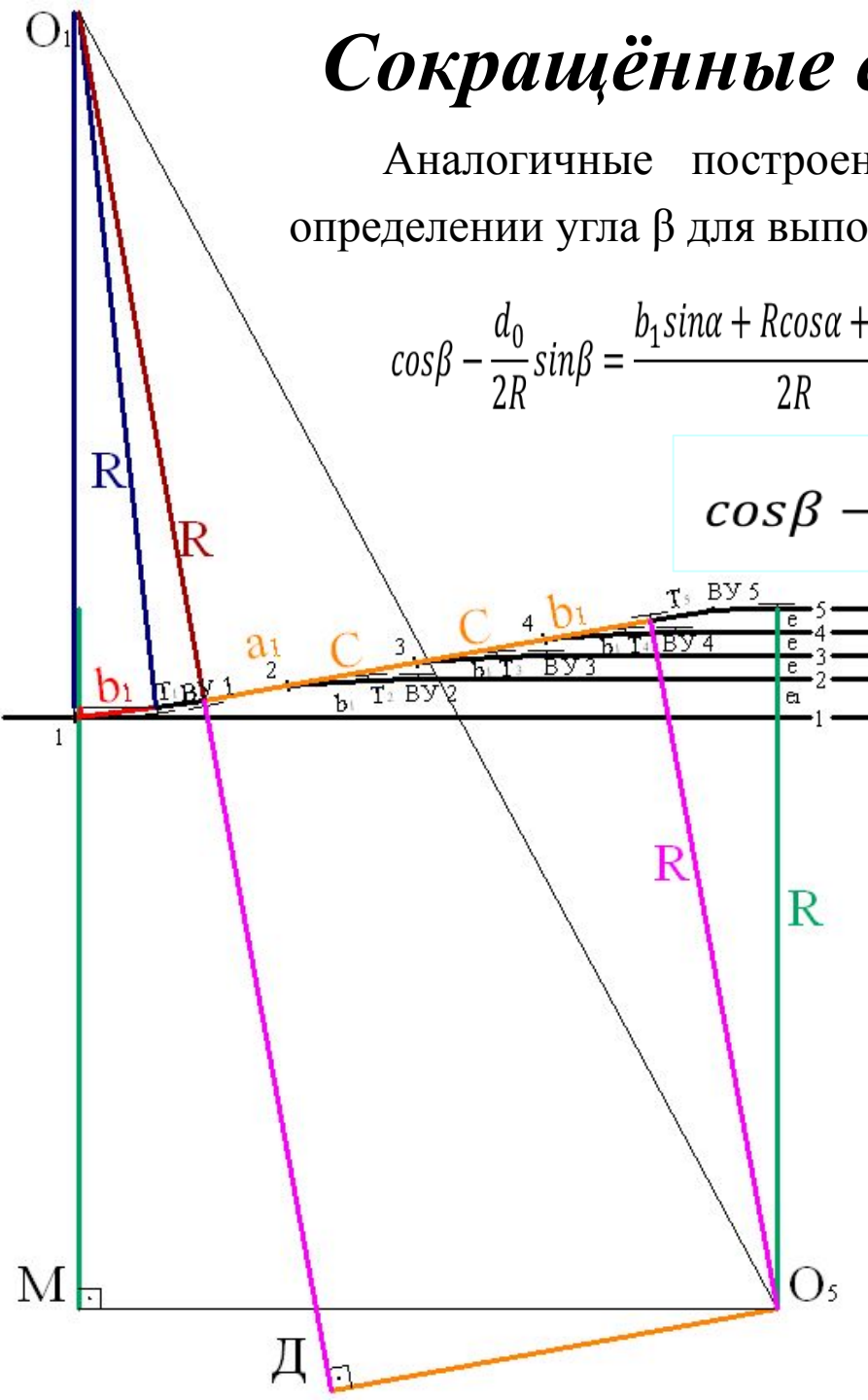
Сокращённые стрелочные улицы

Аналогичные построения вспомогательного чертежа проводят при определении угла β для выполнения условия $f_5 \geq p$.

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$



В дальнейшем при расчёте координат основных точек сокращённой стрелочной улицы принимается максимальная величина угла β , которая удовлетворяет всем условиям и ограничениям.

Сокращённые стрелочные улицы

Достоинства сокращённых стрелочных улиц

– короче простейших стрелочных улиц

Недостатки сокращённых стрелочных улиц

– маневрирование по путям, расположенным на обратных кривых (затруднение в выполнении маневровой работы);

– уширенное междупутье между первым и вторым путями.

Условия применения

Пути различных баз, грузовых дворов, промышленные площадки, угольные склады и т.п., где требуются широкие междупутья.

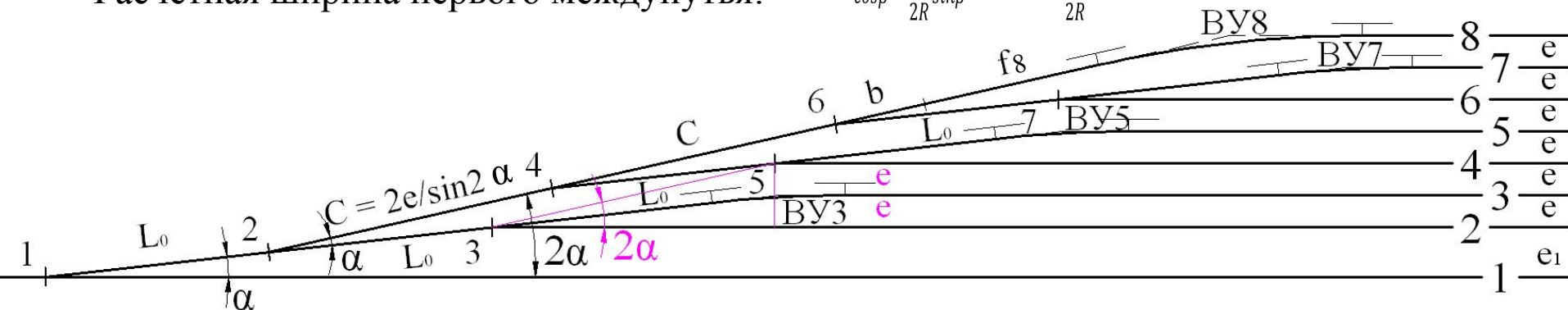
Стрелочная улица под углом 2α

В стрелочных улицах под двойным углом крестовины последовательная укладка смежных стрелочных переводов осуществляется таким образом, чтобы путь, на котором уложены стрелочные переводы получил наклон под углом 2α .

Расстояние L_0 между центрами переводов 1-2 и 2-3 определяется по схеме 3 попутной укладки: $L_0 = L_{II} + d$.

Расчётная ширина первого междупутья:

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$



$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

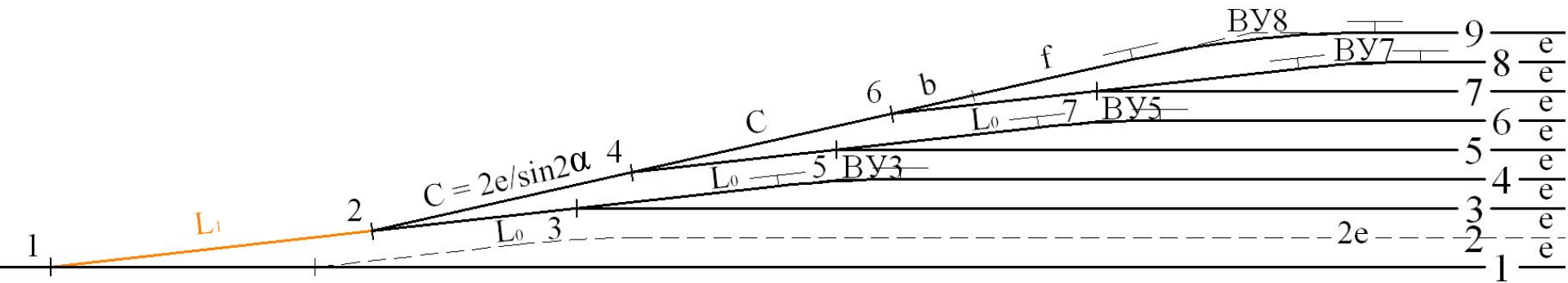
Величина тангенса кривой на крайнем пути:

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

Стрелочная улица под углом 2α

В том случае, когда первое междупутье должно быть одинаково с другими, стрелочный перевод для пути 2 укладывается на первом пути. Расстояние между стрелочными переводами 1 и 2 будет не L_0 , а несколько больше:

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$



Принцип расчёта других элементов стрелочной улицы под двойным углом крестовины сохраняется и для изменённой схемы.

Стрелочная улица под углом 2α

Достоинство стрелочных улиц под двойным углом крестовины

- сокращение длины стрелочной зоны (уменьшение расстояния от первого стрелочного перевода до наиболее удалённого предельного столбика);
- минимальная длина маневровых рейсов при заезде с одного пути на другой;
- хорошая видимость стрелочных переводов.

Недостатки стрелочных улиц под двойным углом крестовины

- уширенное междупутье между первым и вторым путями.

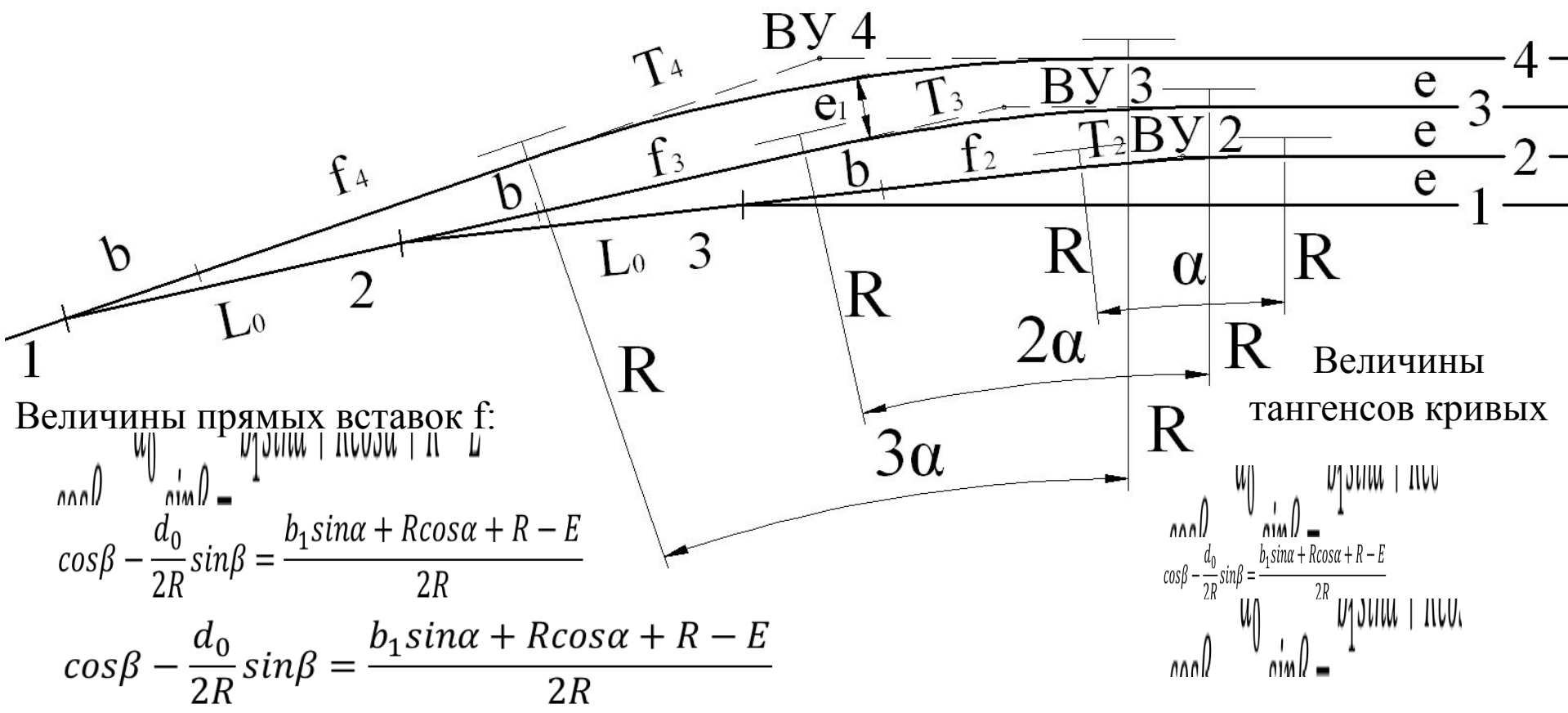
Условия применения:

В горловинах приёмо-отправочных парков, имеющих более пяти путей, в горловинах небольших сортировочных парков (при отсутствии горки).

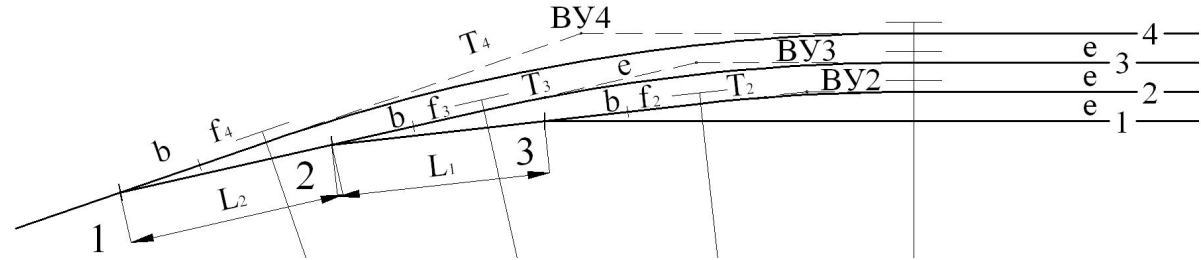
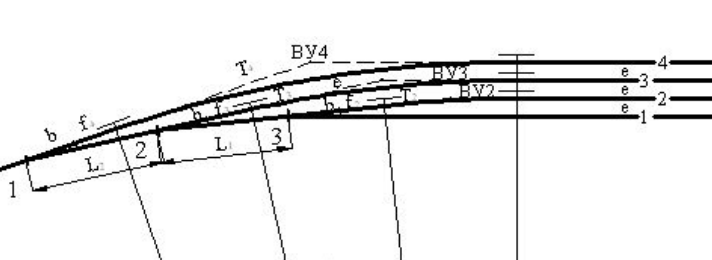
Неконцентрические веерные стрелочные улицы

Веерные стрелочные улицы имеют ось в виде ломаной линии; угол направления её меняется после примыкания каждого следующего пути. Различают **неконцентрические** и **концентрические** стрелочные улицы.

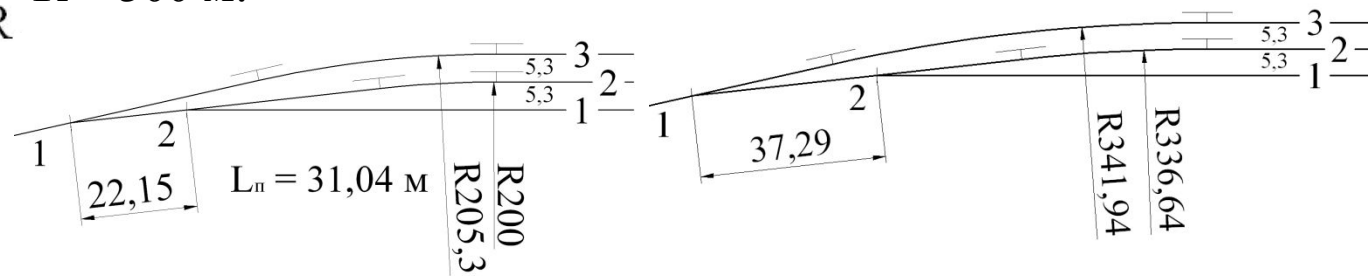
При расчёте неконцентрической стрелочной улицы обычно известно расстояние между осями путей e , радиус R сопрягающей кривой и расстояние между центрами стрелочных переводов L_0 , определяемое по схеме взаимной укладки.



Концентрические стрелочные улицы



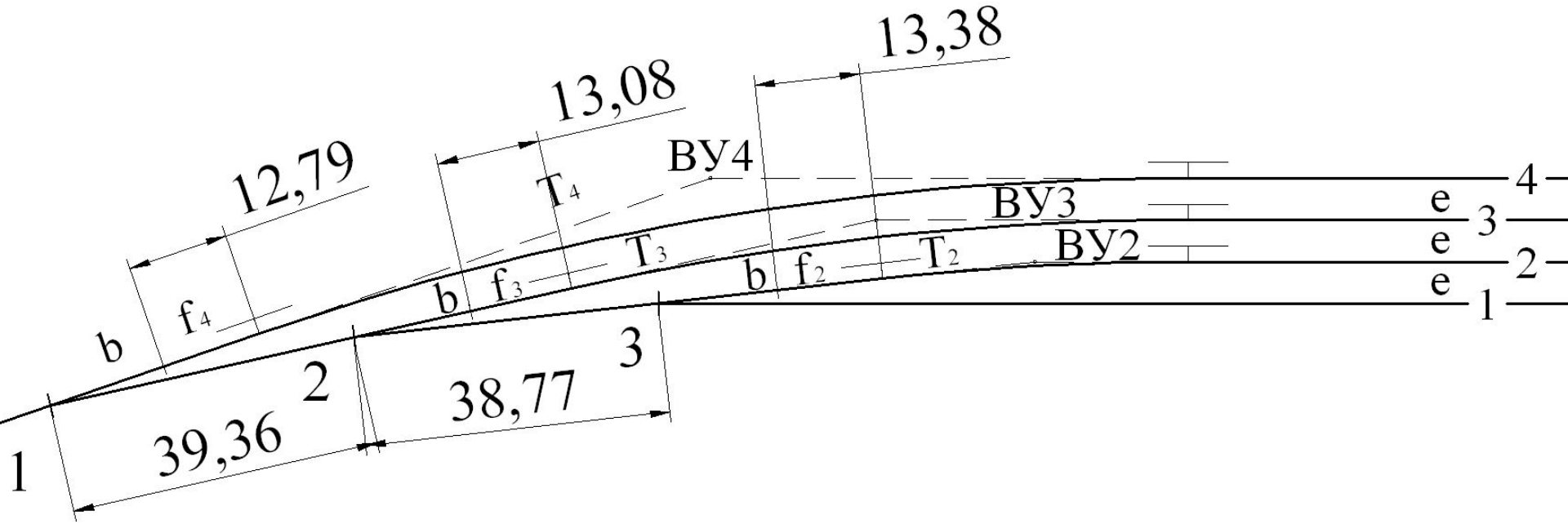
В концентрической стрелочной улице кривые участки путей концентричны и начинаются в одном створе. Радиусы кривых на каждом последующем пути увеличиваются на ширину междупутья e . Минимальный радиус второго пути $R > 300$ м.



В расчёте концентрической стрелочной улицы кроме координат стрелочных переводов и вершин углов поворота определяют также длины вставок d и f . Минимальное значение d_1 должно соответствовать требованиям схемы 3 попутной укладки. Недостатком веерной концентрической стрелочной улицы является изменение вставки d при попутной укладке стрелочных переводов.

Концентрические стрелочные улицы

Расчёт прямых вставок d и f



Величина прямой вставки f_2 :

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

Вставка f на каждом последующем пути

меньше предыдущей на $e \cdot \operatorname{tg}\alpha/2$, т.е.

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

Вставки d между центрами стрелочных переводов по мере возрастания номера пути увеличиваются на $2e \cdot \operatorname{tg}\alpha/2$, т.е.

$$\cos\beta - \frac{d_0}{2R} \sin\beta = \frac{b_1 \sin\alpha + R \cos\alpha + R - E}{2R}$$

С учётом известных величин вставок расчёт концентрической веерной стрелочной улицы аналогичен расчёту неконцентрической стрелочной улицы.

Веерные стрелочные улицы

Достоинство веерных стрелочных улиц

– возможность примыкания к параллельным соединяемым путям под углом более 2α .

Недостаток веерных стрелочных улиц

- ограниченные условия применения веерных стрелочных улиц;
- значительное увеличение длины стрелочных улиц при большом числе путей

Условия применения

Веерные стрелочные улицы применяются при расположении основного пути по отношению к параллельным соединяемым путями под углом более 2α (территория промышленных предприятий, локомотивные и вагонные депо, крайние пути крупных парков).

Сравнение двух видов веерных стрелочных улиц

При укладке неконцентрической веерной стрелочной улицы с постоянным радиусом кривых междупутья в голове парка уширяются, вызывая увеличение объёма земляных работ. Для ликвидации этого недостатка можно увеличивать радиусы кривых на каждом последующем пути (при этом следует проверять, чтобы величины междупутий в кривых были не менее допускаемых).

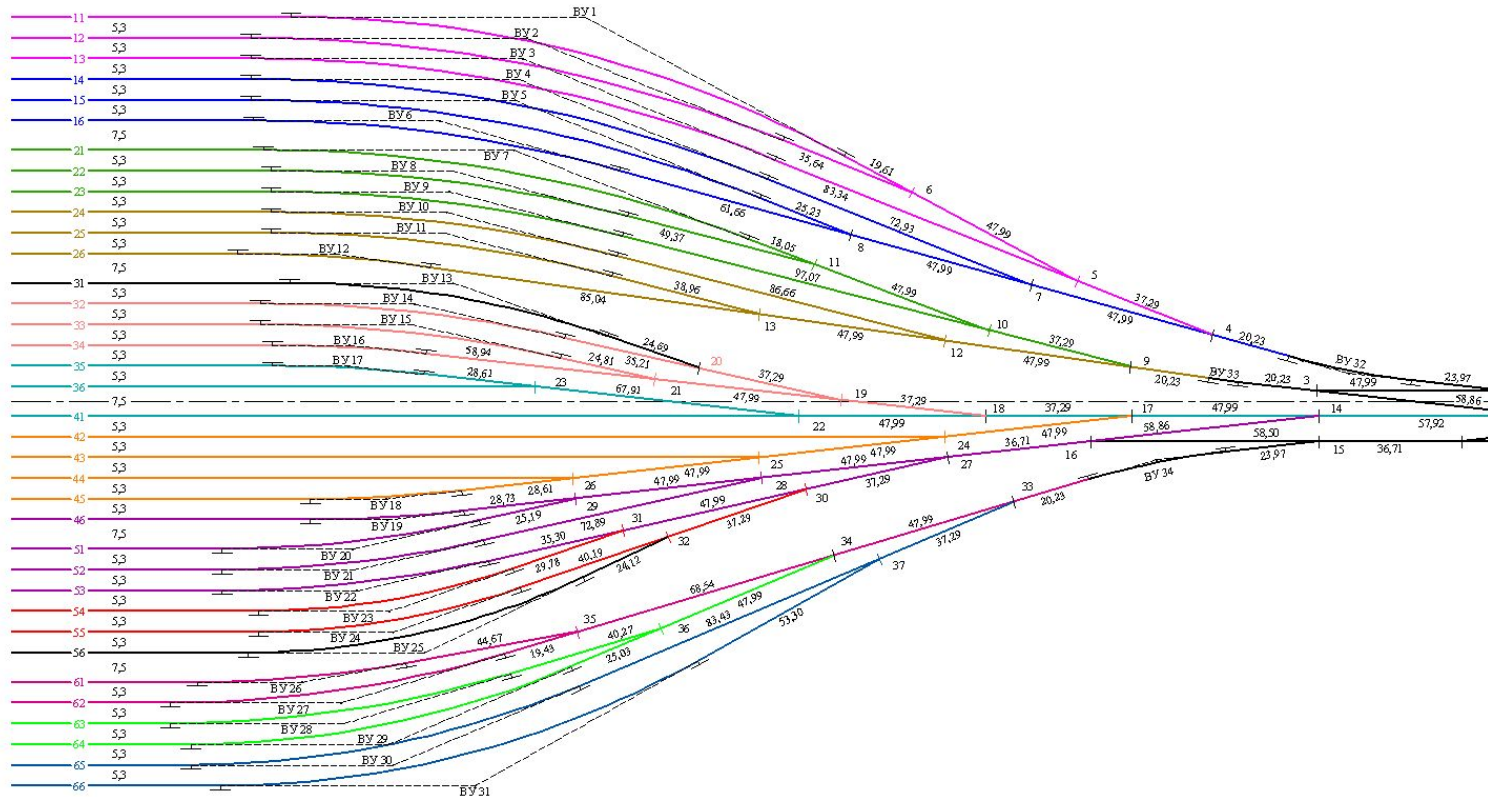
В концентрической стрелочной улице применяются нестандартные величины радиусов кривых и прямых вставок.

Комбинированные стрелочные улицы

Комбинированные стрелочные улицы проектируют при большом числе путей в парках и обычно представляют собой различные комбинации (чаще всего простейших и под углом 2α) из рассмотренных выше типов стрелочных улиц с увеличением угла наклона к основному пути. Расстояния между центрами стрелочных переводов, длины тангенсов кривых и величины вставок f определяются как и в предыдущих случаях.

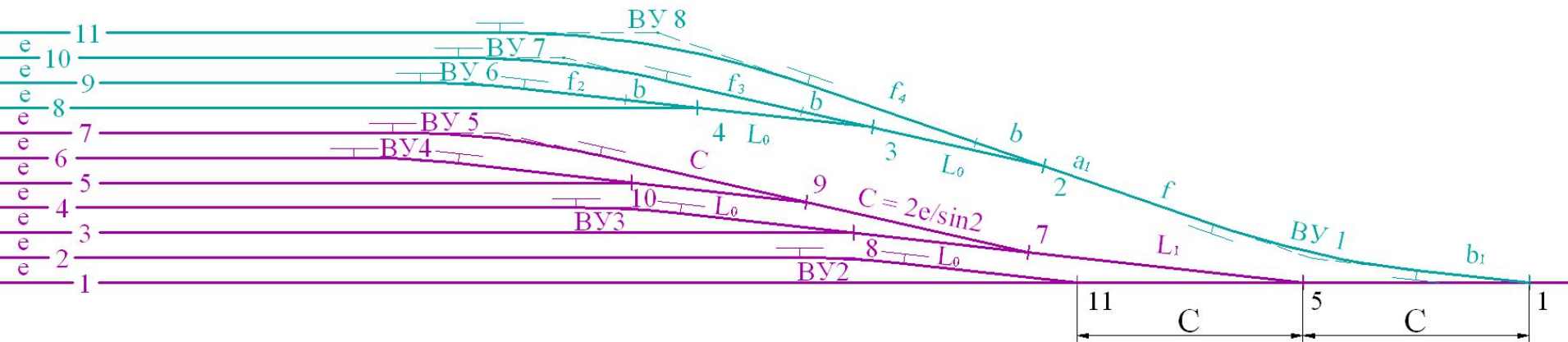
В этих стрелочных улицах необходимо проверять возможность вписывания кривых заданных радиусов, для чего определяют величины вставок f для наиболее удалённых стрелочных переводов.

- стрелочная улица под углом α ,
наклонённая на угол β
- стрелочная улица по основному
пути, наклонённая на угол β
- стрелочная улица под углом α ,
наклонённая на угол γ
- стрелочная улица по основному
пути, наклонённая на угол γ
- стрелочная улица по основному
пути, наклонённая на угол α
- стрелочная улица под углом α
- стрелочная улица под углом α
- стрелочная улица по основному
пути, наклонённая на угол α
- стрелочная улица по основному
пути, наклонённая на угол 2α
- соединение путей, наклонённое
на угол δ
- стрелочная улица под углом α ,
наклонённая на угол δ
- соединение путей, наклонённое
на угол $\delta + \alpha$



Комбинированные стрелочные улицы

Комбинированные стрелочные улицы могут также представлять сочетания простых улиц с улицами под углом 2α или веерными.



Условия применения комбинированных стрелочных улиц

Комбинированные стрелочные улицы применяют в парках с большим числом путей (кроме горочных горловин сортировочных парков).

Пучкообразные стрелочные улицы

В горочных горловинах сортировочных парков применяются пучкообразные стрелочные улицы из симметричных стрелочных переводов с крестовинами марки 1/6.

Расстояние между осями путей в пучке обычно принимают 5,3 м, а между пучками 7,5 м. При реконструкции станций могут быть сохранены существующие междупутья, но не менее 4,8 м.

При проектировании пучкообразных стрелочных улиц следует предусматривать укладку прямых вставок для размещения вагонных замедлителей (на второй тормозной позиции – двух-трёх замедлителей на горках большой и повышенной мощности; на горках средней мощности при четырёх пучках в парке);

расстояния между центрами стрелочных переводов;

расстояния между пучками сортировочного парка;

расстояния от центра перевода до начала кривой.

