

**ПМ.03 Участие в организации работ по строительству  
автомобильных дорог и аэродромов.**

**МДК 03.03.**

**Прикладная геодезия.**

**ТЕМА:** Разбивка верхнего строения дороги.

**1 Разбивка маяков при укладке дорожной одежды**

Перед устройством дорожной одежды производится контроль правильности фактического размещения корыта на каждом проектом участке в плане и профиле. Контроль ведут вешением створов вдоль проектных бровок и кромок земляного полотна и нивелированием поверхности корыта. В результате контроля устанавливают соответствие на местности проектного поперечного профиля и фактической поверхности основания корыта. Об этом свидетельствует акт приемки скрытых работ.

Разбивка основания и покрытия проезжей части дороги начинается с расстановки маяков (колышков), являющихся ориентирами. На них указывается толщина каждого конструктивного слоя основания и покрытия.

Разбивка маяков производится в пределах однородного участка на каждом поперечном профиле. Эти участки отстоят друг от друга не более чем на 60-70 м.

Колышки-маяки устанавливают на обочинах на расстоянии, обеспечивающем сохранность их до окончания работ по устройству дорожной одежды.

**2 Детальная разбивка виражей и уширений**

Разбивка уширений и виражей на сложных участках должна быть взаимно увязана. Длины отгонов виражей и отводов уширений должны быть равны длинам переходных кривых; уклон виража должен быть не меньше уклона поперечного профиля покрытия, но не более 40 ‰ на дорогах, где случается гололед; предельный; уклон виража не должен быть больше 100 ‰. Уклоны обочин на вираже должны быть равны уклону виража.

Уширение проезжей части дороги производится путем увеличения внутренней ее половины вначале за счет обочины внутренней, а затем внешней, но не более чем на 0,5 м при условии сохранения ширины внутренней обочины не менее чем 1,5 м для дорог I и II категории и 1 м - для дорог других категорий. Если предусмотрены уширения больше указанных, то дальнейшее увеличение производят путем уширения земляного полотна в сторону внутренней обочины. Отвод уширения производится постепенно на длине переходной кривой.

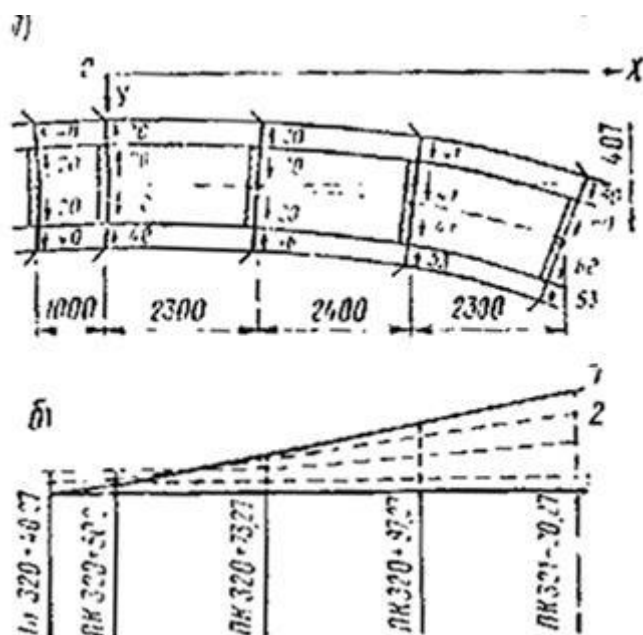
Разбивка переходных кривых, уширений и виражей производится по заранее составленным рабочим разбивочным чертежам (рисунок 1). Разбивочный чертеж состоит из плана, разбивки переходной кривой, продольного и поперечных профилей разбивки, дополнительных уклонов на отгоне виража и отдельных перемещений характерных точек поперечника.

При устройстве уширений и виражей должна быть обеспечена сохранность высот точек внутренней бровки земляного полотна. Высотное положение всех точек поперечного профиля при этом устанавливается по их превышениям над внутренней бровкой полотна в соответствии с положением поперечного профиля на участке виража и его отгона.

Отгон виража ведется на участке переходной кривой вначале вращением внешней половины дорожного полотна относительно оси дороги, а затем по достижении ею поперечного одностороннего профиля со стандартным поперечным уклоном - вращением всего профиля земляного полотна относительно его внутренней бровки.

Перевод поперечного уклона внешней обочины до значения поперечного уклона проезжей части производят постепенно до начала отгона виража на прямолинейном, участке на протяжении 10 м.

Разбивка переходных и круговых кривых на многополосных дорогах большой ширины может выполняться по крайним линиям дорожного полотна, где фиксируется их положение. При разбивке следует учитывать изменение радиусов кривых из-за несовпадения линии разбивки по поперечному профилю с осью проезжей части дороги.



**Рисунок 1- Разбивочный чертеж автомобильной дороги с данными для разбивки:**

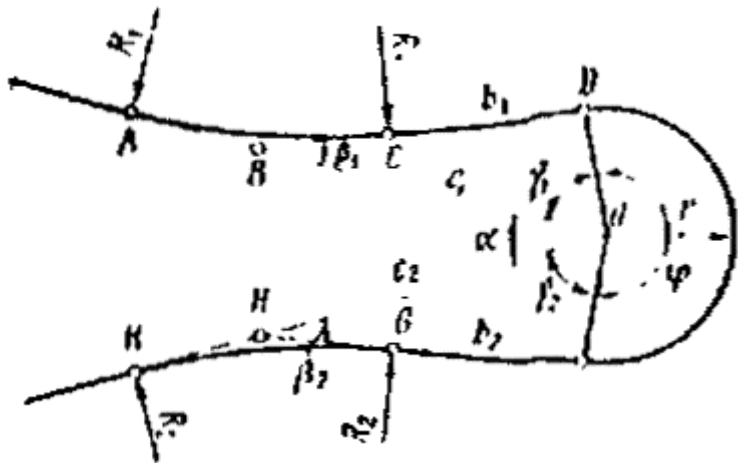
*а* - рабочий план и поперечные профили; *б* - продольный профиль отгона виража; 1 - бровка; 2 - внутренняя кромка; 3 - внешняя кромка

Разбивка сложных закруглений с устройством виража производится в два этапа: вначале в плане, а затем в профиле в соответствии с установленными интервалами разбивки.

На участке отгона виража вначале разбивают переходную кривую; затем на каждом поперечнике (вдоль нормали к кривой) определяют положение всех бровок и кромок дорожного полотна в плане; рассчитывают отметки внутренней бровки дорожного полотна с учетом вертикальной кривой, превышений точек поперечников дорожного полотна на отгоне виража и на вираже над внутренней кромкой полотна.

### 3 Детальная разбивка серпантин

Разбивку серпантин на автомобильных дорогах выполняют в два приема, определяя вначале положение всех вершин и главных точек кривых (точки *А, В, С, D, E, F, G, H* и *К*), а затем детально каждую кривую (рисунок2).



**Рисунок 2- Разбивка серпантин**

Исходными данными для разбивки серпантин являются: угол поворота трассы  $\alpha$ ; положение центра кривой  $O$  на трассе; радиус основной кривой  $r$ , радиусы сопрягающих кривых  $R_1$  и  $R_2$ . В частном случае при симметричной серпантине  $R_1 = R_2$  и  $C_1 = C_2$ . Углы поворотов сопрягающих кривых  $b_1$  и  $b_2$  определяют по теореме синусов из треугольников  $BDO$  и  $HFO$ .

Для разбивки серпантин рекомендуется пользоваться одним из ранее указанных способов разбивки кривых, а расчеты вести на микрокалькуляторах или пользоваться таблицами кривых.

При разбивке круговой кривой, расположенной между переходными кривыми, необходимо в ординаты при детальной разбивке способом прямоугольных координат вносить поправку на величину сдвижки этой кривой, возникающей вследствие прилегающей к ней переходной кривой. Поправка вводится во внутреннюю сторону относительно расположения кривой.

#### 4 Детальная разбивка горизонтальных и вертикальных кривых

##### Основные положения

Детальная разбивка каждой кривой дорожного закругления выполняется после разбивки трассы. Разбивку круговых кривых ведут от их конечных точек (начала или конца кривой) к

середине кривой. Переходные кривые (клотоидные и др.) разбивают от точки начала кривой к ее середине.

Детальную разбивку кривых можно выполнять любым способом, обеспечивающим необходимую точность.

Перед разбивкой кривой назначают, находят или рассчитывают все исходные данные для разбивочных работ, составляют разбивочный чертеж и таблицу разбивки.

При разбивке каждого криволинейного участка автомобильной дороги сначала (в соответствии с интервалом разбивки) устанавливают положение всех точек на кривой, размещенных по оси дороги (вдоль трассы). В полученных точках находят направления нормалей к кривой, а затем от оси дороги вдоль каждой нормали устанавливают положение всех точек поперечного профиля дорожного полотна в данном месте.

При детальной разбивке горизонтальных кривых на участках спусков и подъемов, а также на участках вертикальных кривых высотным размещением пренебрегают, учитывая его при детальной разбивке земляного полотна в продольном профиле.

Разбивку круговых и переходных кривых в открытой легкодоступной местности выполняют способом прямоугольных координат, а в закрытой - способом углов и хорд. В открытой местности, где удобно использовать дальномеры, хорошие результаты дают способы полярных координат с полюсами в точках начала и конца кривой. В стесненных условиях используют способ продолженных хорд, а при малых радиусах кривых - способ полярных координат из центра круговой кривой.

Детальная разбивка горизонтальных кривых способом прямоугольных координат

Разбивка (рисунок 3) производится от точки начала (конца) круговой кривой (НКК) или от точки начала переходной (клотоидной) кривой (НПК). Прямоугольные координаты точек рассчитывают на микрокалькуляторе или берут из таблиц.

Исходными величинами разбивки являются:  $S_n$  - длина дуги кривой до точки разбивки ( $S_n = K_0 n$ );  $K_0$  - интервал расстановки точек на кривой;  $n$  - число интервалов разбивки (порядковый номер точки разбивки на кривой);  $R$  - радиус круговой

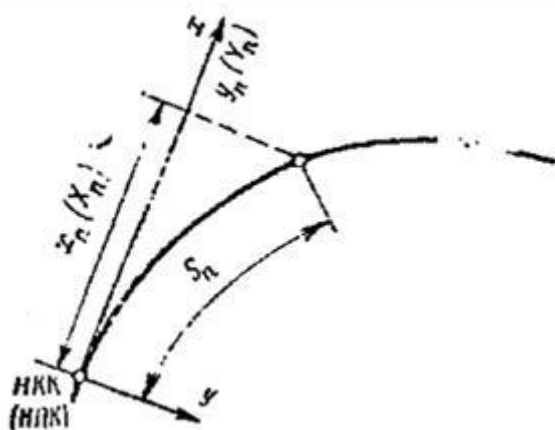
кривой;  $A$  - параметр клотоиды;  $j_n = S_n R = K_0 n / R$  - центральный угол между радиусами кривой, проведенными из точки начала (конца) кривой и из точки разбивки;  $j_m = S^2 n / (2A^2)$  - угол между касательными клотоиды, проведенными в начале кривой и в точке разбивки.

Прямоугольные координаты точек круговой кривой устанавливают по формулам:

$$X_k = R \sin \varphi_k$$

$$R \left( \varphi_k - \frac{\varphi_k^3}{6} + \frac{\varphi_k^5}{120} - \dots \right) = S_k - \frac{S_k^3}{6R^2} + \frac{S_k^5}{120R^4} - \dots ;$$

$$Y_k = R(1 - \cos \varphi_k) - R \left( \varphi_k^2 - \varphi_k^4 / 24 + \varphi_k^6 / 720 - \dots \right) = S_k^2 / 2R - S_k^4 / 24R^3 + S_k^6 / 720R^5 - \dots$$



**Рисунок 4- Схема определения положения точки на кривой способом прямоугольных координат**

Прямоугольные координаты точек клотоидной кривой находят из зависимостей:

$$X_n = S_n - S_n^5 / (40A) + \dots = A \sqrt{2\varphi_{\text{кл}}} \left( 1 - \varphi_{\text{кл}}^2 / 10 + \varphi_{\text{кл}}^4 / 216 - \dots \right) ; \quad (18)$$

$$Y_n = S_n^3 / (6A^2) - S_n^5 / 336A^4 + \dots = A \sqrt{2\varphi_{\text{кл}}} \left( \varphi_{\text{кл}} / 3 - \varphi_{\text{кл}}^3 / 42 + \frac{\varphi_{\text{кл}}^5}{1320} - \dots \right) . \quad (19)$$

Технология разбивки следующая: отдельно для каждой точки кривой вдоль направления угла на касательной к кривой из исходной точки начала кривой (НК) откладывают значение абсциссы  $x_n$  или  $X_n$ . В полученной точке экером

восстанавливают перпендикуляр и вдоль него откладывают ординату точки  $y_n$  или  $Y_n$ , устанавливая положение точки на кривой.

Детальная разбивка горизонтальных кривых способом полярных координат

Разбивка (рисунок 4) производится от точки начала (конца) круговой кривой (НК) или от точки начала переходной (клотоидной) кривой.

Исходными данными разбивки являются:

$S_n$  - длина дуги от начала кривой до точки разбивки ( $S_n = K_0 n$ );  $K_0$  - интервал расстановки точек на кривой;  $n$  - число интервалов разбивки (порядковый номер точки разбивки на кривой);  $R$  - радиус круговой кривой;  $A$  - параметр клотоидной кривой;  $j_n$  - центральный угол, заключающий дугу кривой.

Для круговой кривой определяют величину полярного угла из точки начала полярных координат (точки НК и КК) по формуле

$$\chi_n = \varphi_n / 2 = S_n / (2R)$$

Устанавливают длину хорды (радиуса - вектора)  $d_n = 2R \sin \chi_n$ .

Для клотоидной кривой величину полярного угла устанавливают от точки начала кривой по формуле

$$\operatorname{tg} \chi_n = \frac{S_n^2 (56A^4 - S_n^4)}{1,4A^4 (40A^4 - S_n^4)}, \text{ откуда } \chi_n = S_n^2 / (4A^2)$$

Длину радиуса-вектора хорды находят из зависимости

$$d_n = S_n \sqrt{[1 - S_n^4 (40A^4)^2 + S_n^2 / (36A^4) (1 - S_n^4 / 56A^4)]}$$

Технология разбивки следующая: устанавливают теодолит в точке начала разбивки круговой кривой или клотоиды. Пулевой отсчет горизонтального круга ориентируют по направлению касательной к кривой в данной точке (вдоль направления на угол поворота) и от этого исходного направления для каждой точки откладывают величину полярного угла  $\chi_{\text{кп}}$ , а вдоль полученного направления - длину соответствующей хорды  $d_{\text{п}}$ .

## Определение направления нормали к трассе на кривой

Нормаль к круговой кривой разбивается несколькими способами:

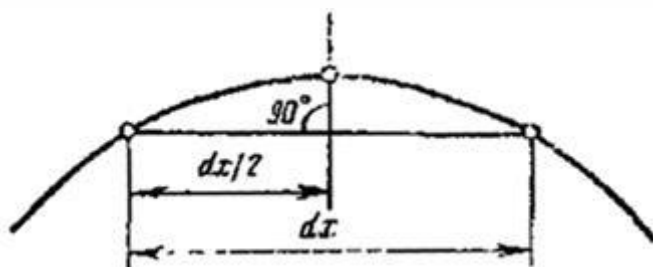
- восстановлением перпендикуляра к середине хорды;
- разбивкой биссектрисы угла между двумя хордами одной и той же длины;
- построением угла между начальной хордой.

Для восстановления перпендикуляра к середине хорды из ее концов делают двойную засечку отрезком одной и той же величины, превышающим  $2/3$  длины хорды (рисунок 5). Полученные две точки соединяют между собой, образуя перпендикуляр к хорде или нормаль к кривой в точке, расположенной в середине хорды.

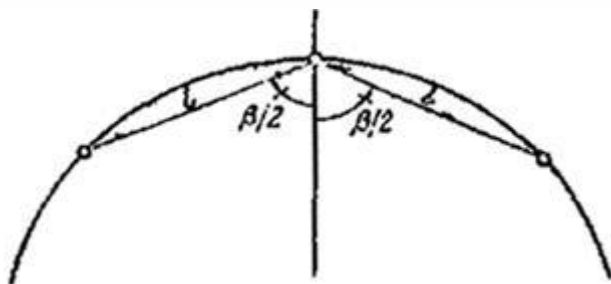
Построение нормали с помощью биссектрисы угла  $b$ , образованного между двумя хордами одной и той же длины,



выполняют из точки кривой, расположенной между двумя смежными с ней точками кривой и отстоящими от нее на одном и том же расстоянии (рисунок 7). Установив теодолит между двумя хордами, визируют последовательно на каждую смежную точку кривой и берут отсчеты  $a$  и  $b$ . Устанавливают отсчет  $c$ , равный полусумме отсчетов на смежные точки,  $c=(a+b)/2$  и соответствующий направлению нормали кривой в точке стояния прибора.



**Рисунок 6 - Схема восстановления перпендикуляра к середине хорды методом линейной засечки**



**Рисунок 7 - Построение нормали на кривой с помощью теодолита**