

## Лекция 8.

### Рекомендуемая рабочая отметка насыпи

Это отметка, которой следует придерживаться при проектировании продольного профиля дороги, устанавливается в соответствии с ограничениями СНиП 2.05.02 – 85 по наименьшему возвышению поверхности покрытия над уровнем грунтовых и поверхностных вод и наименьшему возвышению бровки насыпи над расчетным уровнем снегового покрова.

Установлены три типа местности по характеру увлажнения:

Первый тип: - "сухие места" – поверхностный сток обеспечен (уклоны более 10‰), грунтовые воды залегают глубоко (ниже глубины промерзания на 1,5 – 2,0 м);

Второй тип: - "сырые места" – поверхностный сток не обеспечен из-за малых уклонов, грунтовые воды залегают глубоко;

Третий тип: - "мокрые места" – поверхностный сток не обеспечен и после дождей и таяния снега вода стоит более 30 суток, или постоянно мокрые участки; грунтовые воды в осенне-зимний период залегают высоко.

В зависимости от типа местности по характеру увлажнения определяют величину рекомендуемой рабочей отметки.

-по наименьшему возвышению поверхности покрытия над поверхностью земли (для первого типа местности по характеру увлажнения):

$$h_p = h_{\text{покр над пов}}, \text{ где}$$

$h_{\text{покр}} [м]$  – наименьшее возвышение поверхности покрытия над поверхностью земли для данных грунта рабочего слоя и дорожно-климатической зоны.

-по наименьшему возвышению поверхности покрытия над уровнем грунтовых вод или длительно стоящих вод (для второго типа местности по характеру увлажнения):

$$h_p = h_{\text{покр над угв}}, \text{ где}$$

$h_{\text{покр над угв}} [м]$  – наименьшее возвышение покрытия над уровнем грунтовых вод или длительно стоящих вод (определяется по СНиП 2.05.02-85).

-по наименьшему возвышению бровки насыпи над расчётным уровнем снегового покрова (для третьего типа местности по характеру увлажнения):

$$h_p = h_{\text{бр над ур снег}} + Ш_{\text{об}} * i_{\text{об}}, \text{ где}$$

$h_{\text{бр над ур снег}} [м]$  – наименьшее возвышение бровки насыпи над расчётным уровнем снегового покрова;

$Ш_{\text{об}} [м]$  – ширина обочины;

$i_{\text{об}} [промилле]$  – уклон обочины.

При пересечении железных дорог в одном уровне необходимо предусмотреть с обеих сторон подъезда устройство горизонтальных участков с высотными отметками равными отметкам головок рельсов, протяжённостью 10 метров в насыпи и 20 в выемке, и подходы к этим участкам, с уклонами не более 30 промилле и протяжённостью 30 метров.

При этом уклон подъездов к путепроводу должен быть не более 40 промилле.

На мостах и путепроводах проектная линия допускается в виде прямых и кривых с уклонами и радиусами не менее допустимых для данной технической категории автомобильной дороги.

Не допускается в выемках проектирование вогнутых кривых и горизонтальных участков.

Исходя из данных чёрной линии, в пониженных местах рельефа (в местах минимальных значений отметок земли, по сравнению со значениями смежных участков) устраиваются водопропускные трубы.

В местах пересечения автомобильной дорогой водных преград устраиваются мосты.

Отметки бровки насыпи автомобильной дороги при подходах к малым водопропускным сооружениям должны превышать не менее чем на 0,5 м при безнапорном режиме и не менее чем на 1,0 м при полунапорном и напорном режимах работы расчётный горизонт воды.

На профиль наносится ломанная, проходящая через все контрольные точки

Наносить проектную линию следует, не превышая наибольшие продольные уклоны и руководствуясь значением рекомендуемой рабочей отметки.

Существует два способа нанесения проектной линии:

- по секущей (для автомобильных дорог, проходящих по горному или пересечённому рельефу);

- по обёртывающей (для автомобильных дорог, проходящих по равнинному рельефу);

При нанесении ломанной проектной линии следует учитывать, что после вписания вертикальных кривых, положения точек, лежащих на кривых изменятся, по сравнению с точками, лежащими на элементах ломанной.

Участки, на которых дорога в результате срезки грунта расположена ниже поверхности земли, называются выемками.

Участки, на которых дорога проходит выше поверхности земли по искусственно насыпанному грунту - насыпями.

Крутизну отдельных участков характеризуют уклоном – отношением разности отметок в начале и конце участка к его длине [промилле, процент, в долях единицы].

Следует избегать:

- коротких вогнутых участков;

- частых переломов и переходов от одних уклонов к другим;

-коротких прямых вставок между кривыми больших радиусов.

При технической возможности и экономической целесообразности рекомендуется принимать: продольные уклоны  $< 30\%$ ; расстояние видимости  $> 450$  м;  $R_{\text{вып. кривых}} > 70\,000$  м;  $R_{\text{вогн. кривых}} > 8000$  м;  $L_{\text{вып. кривых}} > 300$  м;  $L_{\text{вогн. кривых}} > 100$  м.

В места переломов проектной линии вписываются вертикальные кривые (рис.2)

- по шаблонам (графоаналитический метод);
- расчётный (метод тангенсов).

Методы нанесения проектной линии.

Графоаналитический метод:

- устанавливают уклоны прямых участков (пользуясь треугольником уклонов);
- вписывают (при помощи шаблонов) вертикальные кривые допустимых радиусов;
- определяют высотные отметки пикетов, плюсовых точек и элементов вертикальных кривых;
- определяют рабочие отметки.

Расчётный метод:

- определяются высотные значения точек перелома красной линии;

$$H_i = H_{i-1} + i_i \times l_i$$

где  $H_i$  [м] – высотная отметка расчётной точки;

$H_{i-1}$  [м] – высотная отметка предыдущей точки с известной высотной отметкой;

$i_i$  [промилле] – уклон проектной линии (с учётом знака);

$l_i$  [м] – расстояние между расчётной точкой и предыдущей точкой с известной высотной отметкой;

-назначается, или в случае необходимости сопряжения кривой с другими кривыми, рассчитывается радиус вертикальной кривой;

-определяется пикетажное положение точек начала и конца вертикальной кривой;

-определяются высотные значения точек начала и конца вертикальной кривой (по значениям уклонов и расстояниям ломанной проектной линии);

-рассчитываются высотные отметки вершины кривой, пикетажное положение вершины кривой, высотные отметки вертикальной кривой на каждом пикете и высотные отметки плюсовых точек (начал, середин и концов круговых кривых, начал и концов переходных кривых);

-определяются чёрные отметки точек начал, вершин и концов вертикальных кривых;

Рассчитываются высотные отметки пикетов и плюсовых точек для прямых участков проектной линии автомобильной дороги;

Определяются рабочие отметки:

$$H_p = H_{\text{ПР}} - H_{\text{ЗЕМ}}$$

Положительные рабочие отметки записываются над проектной линией, отрицательные – под проектной линией.

На продольный профиль наносятся точки перехода из выемки в насыпь (нулевые точки)

Расчёт пикетажного положения нулевых точек производится по формуле:

$$x_{\text{лев}} = \frac{h_{\text{лев}}}{h_{\text{лев}} - h_{\text{прав}}} \times L$$

где:  $x_{\text{лев}}$  [м] – расстояние от ближайшей точки, лежащей на прямом участке красной линии слева от точки пересечения красной и чёрной линий продольного профиля;

$h_{\text{лев}}$  [м] – рабочая отметка точки, лежащей на прямом участке красной линии слева от точки пересечения красной и чёрной линий продольного профиля;

$h_{\text{прав}}$  [м] – рабочая отметка точки, лежащей на прямом участке красной линии справа от точки пересечения красной и чёрной линий продольного профиля;

$L$  [м] – расстояние между точками с известными рабочими отметками, лежащими на прямом участке красной линии справа и слева от точки пересечения красной и чёрной линий продольного профиля.

В случае если точка пересечения проектной линии с чёрной линией продольного профиля лежит на вертикальной кривой, её пикетажное положение определяется путём совместного решения системы уравнений вертикальной кривой и прямого участка чёрной линии, с известными высотными отметками и продольным уклоном.

Нулевые точки обозначаются на продольном профиле синим цветом; указывается значение рабочей отметки (0.00); проводится пунктирная вертикальная линия до линии начальных отметок продольного профиля, справа и слева от которой указываются расстояния до ближайших пикетов.

При проектировании красной линии необходимо стремиться к нулевому балансу земляных работ.

На продольном профиле, в соответствии с требованиями оформления также приводятся (рис.3)

- тип местности по условиям увлажнения;
- схематическое обозначение уклонов и расстояний прямых участков проектной линии, а также значений вертикальных кривых;
- схематическое обозначение значений основных показателей кривых в плане;
- схематическое обозначение элементов плана трассы;
- типы поперечных профилей (в зависимости от высоты насыпи либо глубины выемки, поперечного уклона местности и грунтовых условий);
- проектные уклоны, расстояния и типы укрепений правого и левого кюветов автомобильной дороги (исходя из конструкции поперечного профиля, рельефа местности с целью обеспечения эффективного водоотвода; тип укрепления кюветов выбирается в соответствии с требованиями нормативной литературы в зависимости от уклона кювета и интенсивности течения воды).

#### **Контрольные вопросы:**

- 1. Нанесение проектной линии;**
- 2. Расчет рабочей отметки.**