

2.3.1 ОБОСНОВАНИЕ РУКОВОДЯЩИХ ОТМЕТОК И КОНТРОЛЬНЫХ ТОЧЕК ПРОЕКТНОЙ ЛИНИИ

Составление ведомости отметок поверхности земли по оси дороги

Чтобы построить продольный профиль поверхности земли, необходимо знать ее отметки на пикетах (ПК) и плюсовых точках по оси дороги.

Плюсовые точки назначают:

- в местах резкого изменения крутизны склонов, характеризующихся сгущением или разрежением горизонталей;
- в переломных точках на возвышениях и понижениях рельефа местности;
- на границах обрывов и оврагов;
- в местах пересечения трассы с железными и автомобильными дорогами;
- на пересечениях с водотоками.

В промежуточных точках между горизонталями отметки поверхности земли определяют интер- и экстраполяцией.

Метод интерполяции применяется в том случае, когда точка находится между разомкнутыми горизонталями. Промежуточную отметку между горизонталями можно найти исходя из подобия треугольников, измерив расстояние между горизонталями по карте.

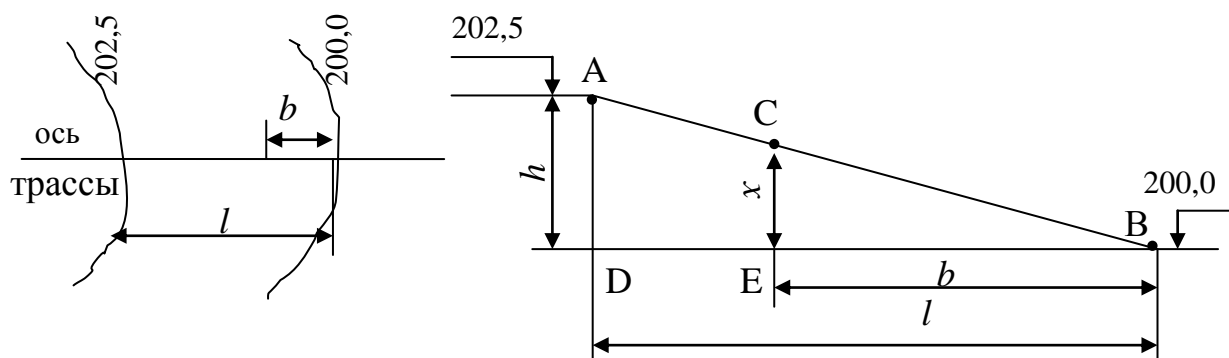


Рисунок 2.3.1.1 - Определение отметок методом интерполяции

Из подобия треугольников ABD и CBE следует соотношение

$$\frac{x}{h} = \frac{b}{l}.$$

Согласно ему $x = h \cdot \frac{b}{l}$. Тогда отметка местности в точке C определится по формуле

$$H_C = H_B + x,$$

где H_C , H_B - соответственно отметки земли в точках C и B; x - разность отметок в точке искомой точке.

Если точка расположена внутри замкнутой горизонтали или за пределами двух горизонталей, то ее отметку определяют экстраполяцией (рис.2.3.1.2 а, б). Здесь также имеются подобные треугольники. Отметки вычисляются по тем же формулам.

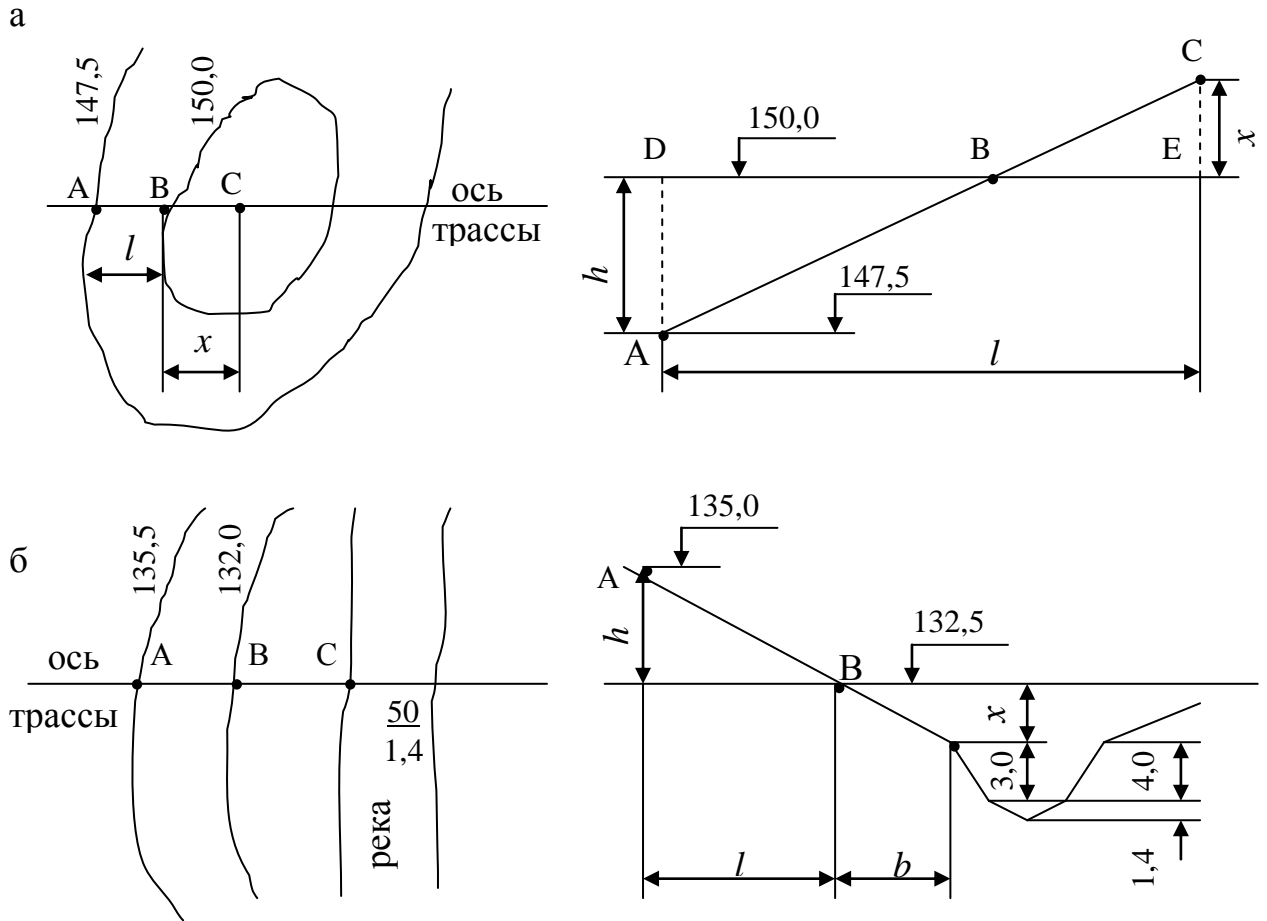


Рисунок 2.3.1.2 - Определение отметок методом экстраполяции: а – в замкнутой горизонтали; б – за пределами двух горизонталей

Отметки дна пересекаемых оврагов принимают ориентировочно. Вычисленные отметки земли заносят в ведомость, табл. 2.3.1.1.

Таблица 2.3.1.1 - Ведомость отметок земли по оси дороги

| Местоположение точки | | Отметка земли, м |
|----------------------|-----|------------------|
| ПК | + | |
| 00 | 00 | 178,12 |
| 00 | 55 | 177,33 |
| 1 | 00 | 177,50 |
| 2 | 00 | 178,18 |
| ... | ... | ... |

Затем вычерчивают продольный профиль поверхности земли.

Чертеж продольного профиля поверхности земли

Продольный профиль автомобильных дорог вычерчивают на миллиметровой бумаге, высота которого – 420 мм, а высота рамки – 410 мм. В случае равнинного рельефа применяют чертежный лист высотой 297 мм и рамкой высотой 287 мм. Длина чертежа: рамка (2 см) + боковик (7,5 см) + длина трассы (количество ПК · 2 см) + штамп чертежа. Порядок выполнения чертежа следующий.

1. Вычерчивают сетку продольного профиля. Ее размещают на листе так, чтобы **правая и верхняя границы боковика совпадали с жирной линией на миллиметровой бумаге**. Размеры боковика приведены на рис.2.3.1.3.

Продольный профиль вычерчивают в следующих масштабах: горизонтальный – 1:5000; вертикальный – 1:500; вертикальный масштаб для грунтового разреза – 1:100.


2. Далее заполняют графу «Расстояние, м». Ее разбивают вертикальными линиями на пикеты (по 2 см). Положение плюсовых точек обозначают также вертикальными линиями. В графе указывают расстояние между точками перелома фактической поверхности земли. Высота всех цифр на чертеже и в графах сетки составляет 3 мм.

3. В графе «Пикет, элементы плана, километры» размещают номера пикетов. Их полные значения записывают только на километровых пикетах. У остальных приводят только последнюю цифру. Обозначение и размеры указателя километров даны в приложении.

4. Далее в графе «Элементы плана» строят план трассы. План трассы наносят сплошной жирной линией толщиной 0,5 мм. Кривые показывают горизонтальными линиями, смещенными вверх при повороте направо и вниз при повороте налево. Переходные кривые показываются наклонными линиями (см. табл. 2.3.1.2). Начало и конец первой наклонной линии должны соответствовать началу закругления и началу круговой кривой, второй наклонной линии - концу круговой кривой и концу закругления соответственно. Обозначение криволинейного участка без переходных кривых приведено в табл. 2.3.1.2.

На плане указывают величины углов поворота и радиусов закругления, длины прямолинейных участков и их румбы. В этой же графе изображают ситуацию местности в пределах полосы отвода (100 м в обе стороны от оси дороги).

Таблица 2.3.1.2 – Обозначения элементов плана трассы

| Элемент плана трассы | Обозначение | Размеры |
|---|--|---|
| Кривые в плане: а) криволинейный участок дорог при наличии переходных кривых |  |  |
| б) то же, без переходных кривых |  |  |

5. В графу «Отметки земли, м» записывают отметки земли, округленные до сотых долей, т.е. до сантиметра.

6. Далее выбирают условный горизонт. Условный горизонт выбирают так, чтобы от линии земли оставалось не менее 8-10 см до верхнего края рамки и не менее 8-10 см до сетки продольного профиля. Таким образом, исходя из высоты чертежа и рамки, а также вышеуказанных требований, следует, что линия земли должна располагаться в полосе шириной не более 10 см. При больших перепадах высот условный горизонт меняют по длине дороги.

Выясним, в каком случае необходимо устраивать несколько условных горизонтов. Сначала в ведомости отметок земли находим значения самой высокой H_{max} и самой низкой H_{min} отметок. С учетом того что линия земли должна находиться в полосе 10 см, а масштаб по вертикали 1:500, следует, что превышение между H_{max} и H_{min} должно быть не более 50 м. Если $H_{max} - H_{min} > 50$ м, то принимают два или более условных горизонта, разбивая профиль на участки и вертикально смещая одну часть профиля относительно другой. Профиль разбивается на участки, в пределах которых разность отметок не превышает 50 м.

Первый условный горизонт (УГ) записывают над верхней линией боковика сетки, последующие – над верхней линией сетки перед смещённым участком профиля.

| | | | | | |
|--------------------------------------|-----------------------------------|---------------------|--------|-----|----|
| Тип местности по увлажнению | | | | 5 | 5 |
| Проектные данные | Тип поперечного профиля | | слева | 5 | 5 |
| | | | справа | 5 | 5 |
| | Левый кювет | Укрепление | | 5 | 5 |
| | | Уклон, ‰ ; длина, м | | 10 | 10 |
| | | Отметка дна, м | | 15 | 15 |
| | Правый кювет | Укрепление | | 5 | 5 |
| | | Уклон, ‰ ; длина, м | | 10 | 10 |
| | | Отметка дна, м | | 15 | 15 |
| | Уклон, ‰ ; вертикальная кривая, м | | | 10 | 10 |
| | Отметка оси дороги, м | | | 15 | 15 |
| Фактиче- ские данные | Отметка земли, м | | | 15 | 15 |
| | Расстояние, м | | | 10 | 10 |
| Пикет Элементы плана Километры | | | | 20 | 20 |
| 10 | 25 | 20 | 20 | 145 | |

Рисунок 2.3.1.3 - Форма боковика сетки

| | | | |
|-----------------|------------------|------------------------|----|
| Номер грунта | Группа грунта | Наименование грунта | 10 |
| | | | 10 |
| 15 | 15 | 35 | |
| 65 | | | |

Рисунок 2.3.1.4 - Форма для записи наименований грунтов

7. Строят продольный профиль земли по оси дороги, используя данные табл. 2.3.1.1. Параллельно ему, ниже на 2 см, вычерчивают верхнюю границу грунтового профиля. Они показываются сплошной тонкой линией толщиной 0,25 мм.

8. В графе «Тип местности по увлажнению» указывают номер типа. Тип местности определяют по карте. По условиям увлажнения верхней толщ грунтов различают три типа местности: 1 – сухие участки, на которых поверхностный сток воды обеспечен; 2 – сырые участки с избыточным увлажнением в отдельные периоды года; 3 – мокрые участки с постоянным избыточным увлажнением. Тип местности определяют по карте. На протяжении трассы он может меняться.

Обоснование руководящих отметок

Руководящая отметка необходима для того, чтобы установить оптимальную высоту насыпи, которая обеспечит нормальные условия эксплуатации земляного полотна. Ее определяют с учетом ряда факторов: дорожно-климатической зоны, категории дороги, вида грунта рабочего слоя, типа местности по характеру увлажнения и условиям снегонезаносимости. Так как тип местности по условиям увлажнения меняется вдоль трассы, то и руководящих отметок будет несколько.

Руководящая отметка для первого типа местности

Руководящая отметка для первого типа местности по увлажнению назначается из условия снегонезаносимости дороги. Схема к ее определению показана на рис.2.3.1.5.

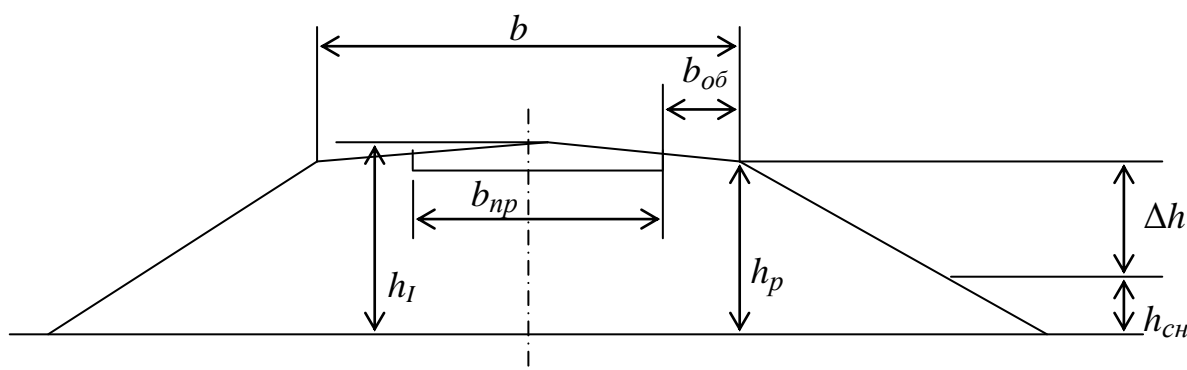


Рисунок 2.3.1.5 - Определение руководящей отметки для первого типа местности по увлажнению

Условие снегонезаносимости заключается в том, что отметка бровки насыпи должна быть не менее величины h_p , определяемой в соответствии по формуле

$$h_p = h_{сн} + \Delta h ,$$

где $h_{сн}$ – расчетная толщина снежного покрова 5%-ой обеспеченности; Δh - возвышение бровки насыпи над уровнем снежного покрова, зависящее от категории дороги.

Величина Δh выбирается из табл. 2.3.1.3.

Таблица 2.3.1.3 – Возвышение бровки насыпи над уровнем снежного покрова в зависимости от категории дороги

| Параметры | Возвышение бровки насыпи над уровнем снежного покрова, м | | | | |
|------------|--|-----|-----|-----|-----|
| | I | II | III | IV | V |
| Δh | 1,2 | 0,7 | 0,6 | 0,5 | 0,4 |

В районах, где расчетная высота снежного покрова превышает 1 м, необходимо проверить достаточность возвышения бровки насыпи над снежным покровом с учетом снега,

сбрасываемого с дороги. Математически это требование можно выразить следующим образом:

$$h_p = h_{сн} + \max(\Delta h, \Delta h_s),$$

где

$$\Delta h_s = 0,375 h_{сн} \frac{b}{a},$$

b – ширина земляного полотна; a – расстояние отбрасывания снега с дороги снегоочистителем ($a = 8$ м).

Полученную отметку необходимо перевести в руководящую отметку для линии проектируемой поверхности дорожного покрытия по оси дороги или кромке проезжей части.

В первом случае (по оси дороги) руководящая отметка вычисляется по формуле

$$h_I = h_p + i_{об} \cdot b_2 + i_{пр} \frac{b_1}{2},$$

где b_1 – ширина покрытия (суммарная ширина проезжей части и 2 краевых полос обочины), b_2 – ширина обочины за вычетом краевой полосы; $i_{об}$ – поперечный уклон обочины; $i_{пр}$ – поперечный уклон проезжей части.

Руководящая отметка для второго типа местности

Руководящую отметку для второго типа местности по увлажнению определяют от верха покрытия дорожной одежды до поверхности земли или до уровня поверхностных вод. При этом считают, что поверхностный сток воды не обеспечен и вода стоит не более 30 суток. Схема определения отметки показана на рис. 2.3.1.6.

При необеспеченном стоке воды от поверхности земли руководящая отметка для построения проектной линии продольного профиля по оси дороги определится по формуле

$$h_{II} = h_1^{норм} + i_{пр} \cdot \frac{b_1}{2},$$

где $h_1^{норм}$ – возвышение поверхности покрытия дорожной одежды над поверхностью земли; $i_{пр}$ – уклон проезжей части; b_1 – ширина покрытия (суммарная ширина проезжей части и 2-х краевых полос обочины).

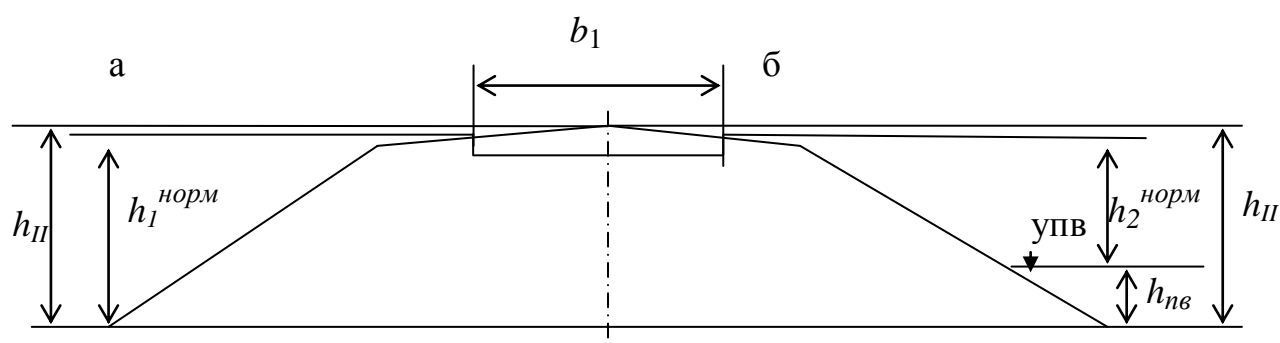


Рисунок 2.3.1.6 - Определение руководящей отметки для второго типа местности по увлажнению: а – при необеспеченном стоке от поверхности земли; б – при необеспеченном стоке кратковременно стоящих вод

При необеспеченном стоке кратковременно стоящих вод руководящая отметка вычисляется по формуле

$$h_{II} = h_2^{норм} + h_{нв} + i_{пр} \frac{b_1}{2},$$

где $h_2^{норм}$ – возвышение поверхности покрытия дорожной одежды над уровнем кратковременно стоящих вод; $h_{нв}$ – толщина слоя воды над поверхностью земли; $i_{пр}$ – уклон проезжей части; b_1 – ширина покрытия (суммарная ширина проезжей части и 2-х краевых полос обочины).

Значения $h_1^{норм}$ и $h_2^{норм}$ принимаются по табл. 2.3.1.4 (знаменатель) в зависимости от дорожно-климатической зоны и грунта рабочего слоя (данная таблица взята из СНиП 2.05.02-85*).

Таблица 2.3.1.4 - Наименьшее возвышение поверхности покрытия в зависимости от грунта рабочего слоя и дорожно-климатической зоны

| Грунт рабочего слоя | Наименьшее возвышение поверхности покрытия, м, в пределах дорожно-климатической зоны | | | |
|---|--|------------|-------------|------------|
| | II | III | IV | V |
| Песок мелкий, супесь легкая крупная, супесь легкая | <u>1,1</u> | <u>0,9</u> | <u>0,75</u> | <u>0,5</u> |
| | 0,9 | 0,7 | 0,55 | 0,3 |
| Песок пылеватый, супесь пылеватая | <u>1,5</u> | <u>1,2</u> | <u>1,1</u> | <u>0,8</u> |
| | 1,2 | 1,0 | 0,8 | 0,5 |
| Суглинок легкий, суглинок тяжелый, глина | <u>2,2</u> | <u>1,8</u> | <u>1,5</u> | <u>1,1</u> |
| | 1,6 | 1,4 | 1,1 | 0,8 |
| Супесь тяжелая пылеватая, суглинок легкий пылеватый, суглинок тяжелый пылеватый | <u>2,4</u> | <u>2,1</u> | <u>1,8</u> | <u>1,2</u> |
| | 1,8 | 1,5 | 1,3 | 0,8 |

Супесчаные грунты содержат небольшое количество глинистых частиц, придающих им связность. При увлажнении супесчаные грунты, как правило, сохраняют сопротивляемость нагрузкам, обеспечивая устойчивость земляного полотна. Насыпи из песчаных грунтов возводят как в засушливых районах, так и в местах избыточного увлажнения.

Супесчаные пылеватые грунты содержат более 50% частиц диаметром менее 0,25 мм, поэтому они в увлажненном состоянии менее устойчивы и склонны к зимнему накоплению влаги при промерзании и пучинообразованию.

Суглинистые грунты являются весьма приемлемым материалом для возведения земляного полотна дорог. Они достаточно устойчивы в откосах высоких насыпей и глубоких выемок.

Глинистые грунты обладают высокой связностью и малой водопроницаемостью, они медленно насыщаются влагой и столь же медленно просыхают. Эти грунты часто используют, если их влажность в условиях естественного залегания не превышает оптимальной для отсыпки насыпей в сухих местах и в местах краткосрочного увлажнения. В местах длительного увлажнения (на поймах рек) глинистые грунты для возведения земляного полотна обычно не используют, поскольку при переувлажнении они переходят в мягкопластичное и текучепластичное состояние и не поддаются уплотнению.

Пылеватые суглинки и тяжелые пылеватые супеси, содержащие большое количество мелких (до 0,05 мм) фракций, особенно подвержены процессам пучинообразования. На дорогах I-III категорий верхнюю часть земляного полотна в неблагоприятных гидрогеологических условиях на глубину до 1,2 м отсыпают из непылеватых устойчивых грунтов.

Руководящая отметка для третьего типа местности

Руководящую отметку для третьего типа местности по увлажнению определяют от верха покрытия дорожной одежды до уровня грунтовых или поверхностных вод, стоящих более 30 суток (рис. 2.3.1.7).

При необеспеченном стоке поверхностных вод, стоящих более 30 суток, руководящая отметка для построения проектной линии продольного профиля по оси дороги определяется по формуле

$$h_{III} = h_3^{норм} + h_{нв} + i_{пр} \frac{b_1}{2},$$

где $h_3^{норм}$ – возвышение поверхности покрытия дорожной одежды над уровнем поверхностных вод; $h_{нв}$ – толщина слоя воды над поверхностью земли; $i_{пр}$ – уклон проезжей части; b_1 – ширина проезжей части.

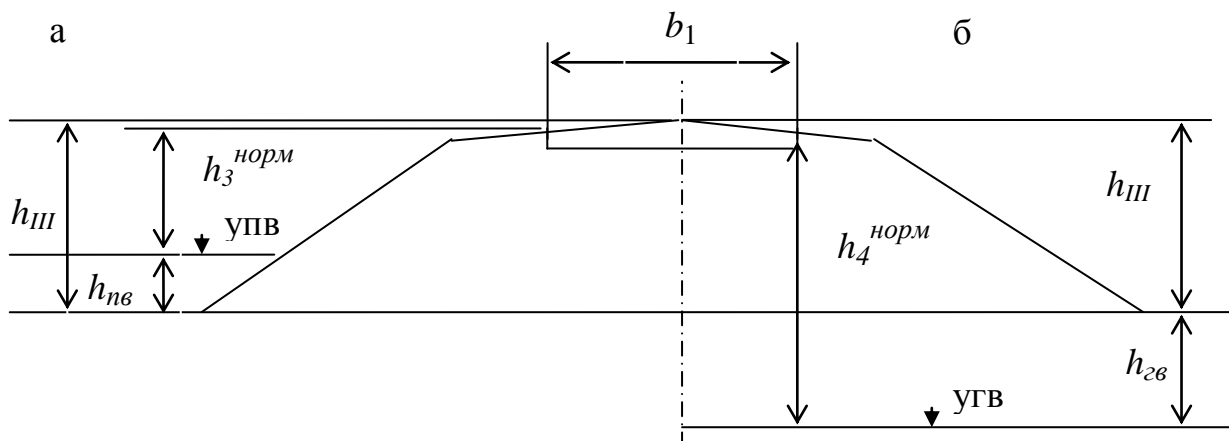


Рисунок 2.3.1.7 - Определение руководящей отметки для третьего типа местности по увлажнению: а – при необеспеченном стоке поверхностных вод; б – при высоком стоянии грунтовых вод

В случае высокого стояния грунтовых вод руководящая отметка вычисляется следующим образом:

$$h_{III} = h_4^{норм} - h_{зв} + i_{пр} \frac{b_1}{2}$$

где $h_4^{норм}$ – возвышение поверхности покрытия дорожной одежды над уровнем грунтовых вод; $h_{зв}$ – расстояние от поверхности земли до уровня грунтовых вод; $i_{пр}$ – уклон проезжей части; b_1 – ширина покрытия (суммарная ширина проезжей части и краевой полосы обочины).

Значения $h_3^{норм}$ и $h_4^{норм}$ принимаются по табл. 2.3.1.4 (числитель).

Контрольные точки проектной линии

К контрольным точкам проектной линии относятся следующие: начало и конец трассы; отметки проезжей части мостов и путепроводов; минимальные отметки насыпи над трубами; отметки головки рельса железной дороги и отметки осей проезжих частей существующих автомобильных дорог на пересечениях в одном уровне с проектируемой дорогой; отметки поверхности болота.

Отметки контрольных точек начала и конца трассы, а также в местах пересечений при реальном проектировании устанавливают по нивелировочному журналу. При учебном проектировании они принимаются в соответствии с руководящими отметками, а отметку головки рельса задают условно (с учетом возвышения ее над уровнем земли на 0,5 – 1,5 м).

Минимально допустимые отметки над трубами и мостами являются контрольными точками, ограничивающими положение проектной линии снизу. В случае безнапорного течения воды в трубах контрольная отметка определится по формуле

$$H = d + \Delta + \delta,$$

где d – диаметр трубы, δ – толщина стенки трубы, Δ – толщина засыпки над трубой.

Толщина засыпки над трубой принимается равной 0,5 м, считая от верха звена (плиты перекрытия) трубы и до низа конструкции дорожной одежды. Для гофрированных металлических труб налагается дополнительное условие, что толщина засыпки должна быть не менее 0,8 м от верха звена трубы до поверхности дорожного покрытия.

В случае пересечения дорог в разных уровнях отметка проезжей части путепровода определится по формуле

$$H_n = H_z + \Gamma_m + h_{констр},$$

где H_z – отметка земли по оси дороги; Γ_m – подмостовой габарит путепровода; $h_{констр}$ – конструктивная высота пролетного строения.

Значения подмостового габарита путепровода приведены в табл. 2.3.1.5

Таблица 2.3.1.5 – Значения подмостовых габаритов

| Вид путепровода | | Подмостовой габарит, м |
|------------------|-----------------------|------------------------|
| Железно-дорожные | Электрифицированные | 6,55 |
| | Неэлектрифицированные | 5,55 |
| Автомобильные | I – III категорий | 5,0 |
| | IV, V категорий | 4,5 |

Конструктивную высоту можно установить с помощью формулы

$$h_{констр} = \frac{1}{16} l,$$

где l – длина пролетного строения.

Отметки контрольных точек записываются в специальную ведомость, см. табл.2.3.1.6

Таблица 2.3.1.6 – Ведомость контрольных точек для проектной линии

| Местоположение точки | | Отметка, м | Вид контрольной точки |
|----------------------|----|------------|-----------------------|
| ПК | + | | |
| 0 | 00 | 178,46 | Начало трассы |
| 1 | 60 | 179,15 | Пересечение с дорогой |
| 8 | 00 | 166,45 | Труба |
| 12 | 75 | 173,27 | Конец трассы |

Контрольные точки наносятся на чертеж продольного профиля.

Оформление грунтового профиля дороги

Над боковиком продольного профиля помещают таблицу с наименованиями грунтов. Ее форма и размеры приведены на рис.2.3.1.4. Число строк в таблице зависит от количества грунтовых слоев, обнаруженных при изысканиях в районе проложения будущей дороги.

Грунтовый разрез трассы выполняется по данным инженерно-геологических обследований. Шурфы и скважины закладывают в пределах придорожной полосы шириной до 200 м. Шурфы – это вертикальные выработки сечением 1,2 – 2 м. Они более трудоемки, чем скважины, но позволяют детальнее исследовать грунт. Скважины имеют диаметр 50, 60, 78 и 89 мм. Их бурят в местах предполагаемого строительства искусственных сооружений, на участках глубоких выемок, под высокими насыпями.

Глубина скважин в выемках должна быть не менее глубины промерзания, откладываемой от отметки оси дороги. Скважины под высокими насыпями закладываются на величину активной зоны, т.е. в среднем на 3–4 м. Глубина скважин у труб и малых мостов составляет 5–10 м. На 1 км трассы устраивают не менее 3 шурфов или скважин. Под высокими насыпями скважины бурят через 50–100 м, в глубоких выемках – через 100–150 м, но не менее двух на одну выемку. У малых искусственных сооружений закладывают одну скважину, у больших и средних мостов количество скважин зависит от типа фундамента опор (не менее 2–3 скважин).

Шурфы и скважины вычерчивают шириной 4 и 2 мм соответственно. Если скважина не помещается полностью на грунтовом разрезе дороги, то ее показывают с разрывом. Справа на уровне низа шурфа или скважины пишут значение глубины их заложения. В колонках шурфов и скважин при помощи условных обозначений указывают влажность и консистенцию грунтов (рис. 2.3.1.8).

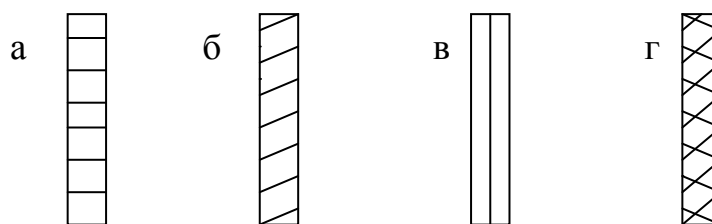


Рисунок 2.3.1.8 - Влажность и консистенция грунтов в шурфах и скважинах: а – маловлажные песчаные или твердые и полутвердые глинистые грунты; б – влажные песчаные или тугопластичные глинистые грунты; в – влажные песчаные или мягкопластичные глинистые грунты; г – водонасыщенные песчаные или текучепластичные и водонасыщенные глинистые

Между шурфами и скважинами проводят тонкие линии, показывающие границы залегания грунтов. Справа, на уровне нижней границы слоя грунта, пишут значение глубины его залегания. Низы шурфов и скважин соединяют прямыми тонкими линиями, под которыми, а также выше грунтового разреза проводят сплошные линии ординат пикетов и плюсовых точек. Слои грунтов обозначают условными номерами в кружках диаметром 5–7 мм. В графы таблицы, форма и размеры которой приведены на рис.2.3.1.4, заносят условные номера и наименования грунтов, а также группы – обозначения, принятые в соответствии с классификацией грунтов по трудности разработки.