

4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТРАССЫ АВТОМАГИСТРАЛИ, ЭЛЕМЕНТОВ ПЛАНА И ПРОФИЛЯ

4.1. Основные требования к проектированию и выбору вариантов трассы

При трассировании автомагистрали, назначении или расчете элементов плана, продольного и поперечного профилей в целях наиболее полного обеспечения безопасных и удобных условий движения необходимо учитывать требования ландшафтного проектирования дорог, основанного на соблюдении принципов внутренней и внешней гармонии трассы.

К внутренней гармонии относятся:

- плавное сочетание элементов трассы в плане и продольном профиле, проложение трассы как плавной пространственной кривой;
- ясность в направлении дороги на больших расстояниях, ориентирование водителя о возможных изменениях направленности трассы в перспективе;
- отсутствие зрительных искажений трассы в перспективе, исключение возможного восприятия водителем кривых в плане и продольном профиле как излом трассы.

Под внешней гармонией трассы подразумевается:

- плавное сочетание элементов дороги и элементов ландшафта;
- снижение негативного воздействия дороги и движения автомобилей на окружающую природу и человека;
- сохранение и дополнение естественного ландшафта в пределах полосы, обозреваемой с дороги.

Использование предельно допустимых нормативных значений элементов плана и продольного профиля возможно в исключительных случаях, когда большие значения не могут быть приняты из-за стесненных условий (ценные земли, плотная застройка и т.п.).

Оси участков переходов через небольшие реки или периодические водотоков, а также оси искусственных сооружений при пересечении железных дорог подчиняются общей направленности трассы автомагистрали. В местах пересечения более крупных рек положение трассы согласуется с направлением оси мостового перехода.

Автомагистрали трассируются в обход населенных пунктов, желательно с подветренной стороны господствующих ветров в целях уменьшения уровня загрязнения воздуха и почвы выбросами автомобилей. Подъезды устраиваются с учетом размеров поселения, его хозяйственной или культурной значимости, характеристик местного движения. Расстояние от автомагистрали до границ населенного пункта должно быть достаточно для снижения уровня транспортного шума до значений, установленных санитарными нормами.

На участках крутых склонов целесообразно раздельное трассирование осей проезжих частей автомагистрали, также это возможно на участках длинных прямых в плане для устранения монотонности трассы или может рассматриваться как вариант планировки сложных транспортных развязок.

В зоне пересечений или примыканий дорог более низких категорий или дорог I категории с меньшей расчетной интенсивностью движения проектную линию продольного профиля автомагистрали прокладывают понизу, что позволяет не изменять ее параметры.

На участках, трассируемых вблизи населенных пунктов или являющихся мостовыми переходами через реки, оценивается влияние транспортного потока на состояние окружающей среды и при превышении допустимого уровня негативного воздействия разрабатываются мероприятия по его снижению.

На транспортных развязках угол пересечения или примыкания автомагистралей следует назначать близким к 90 градусам; на развязках с петлевыми левоповоротными съездами – не менее 70 градусов. При углах менее 70 градусов следует проектировать транспортные развязки без петлевых левоповоротных съездов.

Транспортные развязки следует располагать на прямолинейных, горизонтальных участках автомагистрали, в исключительных случаях – на продольных уклонах не более 20‰, кривых в плане 3000 м и более.

В связи с ограничением въезда на автомагистрали может потребоваться изменение транспортных связей на местных дорогах и их частичная реконструкция в целях обеспечения въезда в зоне развязок.

Оптимальный вариант проложения трассы определяется на основе сравнения технико-экономических показателей двух и более вариантов в зависимости от сложности рельефа местности, стесненности условий проектирования и других факторов.

4.2. Ландшафтное проектирование плана и профиля

В отечественной технической литературе вопросы ландшафтного проектирования дорог обобщены в монографии профессора В.Ф. Бабкова [7], основные положения этого метода представлены в технических нормах [3], публикациях рекомендательного характера [8]. В данном материале изложены общепринятые, характерные для планировочных решений автомагистралей правила ландшафтного проектирования.

Исходя из принципов ландшафтного проектирования, трассу автомагистрали необходимо прокладывать как плавную пространственную линию с взаимной увязкой элементов плана и профилей между собой и с окружающей местностью, назначая радиусы кривых в плане и продольном профиле максимально возможной величины по условиям вписывания в ландшафт без излишних объемов земляных работ. В продольном профиле недопустимо прокладывание проектной линии по обертывающей, следуя очертаниям форм земли.

При выборе направления трассы в плане в первую очередь возникают вопросы о назначении величин углов поворота и радиусов кривых. Учитывая особенности зрительного восприятия водителем

элементов дороги и дорожной обстановки углы поворота рекомендуется по возможности назначать в пределах $7 - 40^\circ$, при которых поле зрения водителя наиболее полно охватывает перспективу дороги в области острого угла зрения $15 - 20^\circ$. Радиусы кривых в плане рекомендуется принимать не менее 3000 м, не требующих устройства виража, усложняющего конструкцию поперечного профиля, или не менее 2000 м для дорог категории IА и 1200 м для дорог IБ из условия зрительной ясности дороги.

При необходимости трассирования автомагистрали с углом поворота менее $5 - 6^\circ$, в целях исключения возможности восприятия водителем участка кривой в перспективе как резкий излом трассы, радиусы кривых назначаются в пределах 5 – 30 тыс. м с тем, чтобы длина кривой составляла не менее 350 м и биссектриса – 5 м.

Необходимая плавность обеспечивается при клотоидном трассировании – проложении трассы переходными кривыми в виде клотоид или кривыми постоянного радиуса величиной не менее 4500 – 5000 м. Уравнение клотоиды имеет вид: $A^2 = RL$, где A – параметр клотоиды, м; R – радиус кривой в конце клотоиды; L – длина клотоиды, м. Значение параметра A должно находиться в пределах от $0,4R$ до $1,4R$. Максимальное значение параметра A составляет 1200 м. Для переходных кривых с конечным радиусом 3000 м и более используется клотоида только с максимальным значением параметра $A=1200$ м. Для обеспечения зрительной плавности трассы длина клотоиды не должна быть менее $\frac{1}{4}$ длины круговой кривой. Параметры клотоид на S-образных кривых или на сложных кривых, направленных в одну сторону, следует назначать одинаковыми. На этих же участках следует также не допускать соотношение радиусов кривых в плане более чем 1:1,3.

На участках смежных кривых в плане, направленных в одну сторону, прямые вставки допускаются при их длине более 700 м, при меньших значениях прямой обе кривые рекомендуется заменять одной кривой бóльшего радиуса.

Наилучшая плавность трассы автомагистрали достигается таким совмещением кривых в плане и продольном профиле, когда середины круговой кривой совпадают, а длины круговой кривой на 100 – 150 м превышают длину кривой в продольном профиле. При необходимости возможно смещение кривых Δ (рис. 4.1) на величину, не превышающую $\frac{1}{4}$ длины кривой в продольном профиле. Важнейшим требованием обеспечения плавности трассы является гармоничное сочетание величин радиусов кривых: радиус выпуклых вертикальных кривых должен не менее чем в 8 раз, а вогнутых в 6 раз превышать радиус кривых в плане.

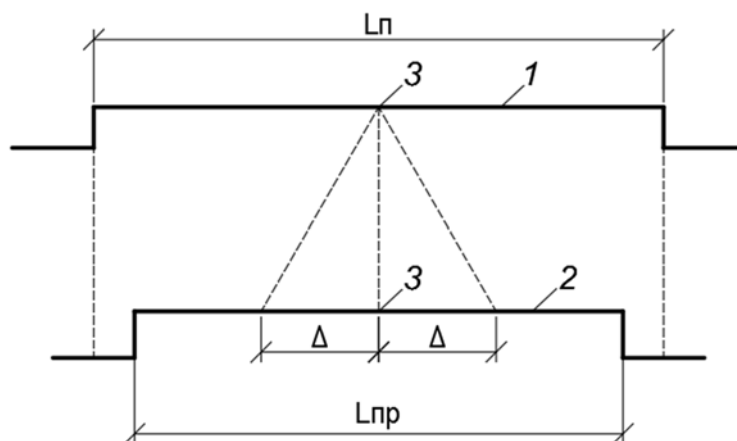


Рис. 4.1. Сочетание кривых в плане и продольном профиле:
 1 – кривая в плане; 2 – выпуклая или вогнутая вертикальные кривые;
 3 – середины кривых; $L_{\text{п}}$ – длина кривой в плане; $L_{\text{пр}}$ – длина вертикальной кривой; Δ – смещение кривых

В целях устранения монотонности трассы автомагистрали и повышения безопасности движения ограничиваются длины прямых в плане (табл. 4.1).

Таблица 4.1

Предельные длины прямых в плане

Расчетный автомобиль	Предельная длина прямой, м	
	в равнинном рельефе	в пересеченном рельефе
Легковой	3,5	2,0
Грузовой	5,0	3,0

На участках прямых в плане длинные прямые вставки не следует допускать и в продольном профиле. Согласно нормам [3], их предельные значения зависят от радиуса вогнутой кривой и алгебраической разности продольных уклонов. В рекомендациях [8] отмечается, что при совмещении прямой вставки с кривой в плане и при кlothоидной трассе длину прямой вставки в продольном профиле можно не ограничивать.

Одним из методов трассирования автомагистрали, позволяющим учесть многие из положений ландшафтного проектирования, является метод раздельного трассирования – проложение осей проезжих частей как отдельных самостоятельных направлений трассы автомагистрали: например, на косогорных участках, в равнинной местности на длинных прямых в плане для устранения монотонности трассы, при разработке вариантов транспортных развязок с различной планировкой съездов.

Особенно эффективно раздельное трассирование со ступенчатым расположением проезжих частей на косогорных участках (рис. 4.2). Конструкция поперечного профиля и расстояние между осями проезжих частей зависят от величины поперечного уклона местности, типа грунтов, устойчивости склонов против сползания, условий поверхностного водоотвода. Как показывают расчеты, подобное трассирование целесообразно при поперечных уклонах местности 8 – 10% и более.

При ступенчатом расположении проезжих частей:

- наиболее полно сохраняется естественное состояние местности, возможно более детальное согласование элементов дороги с элементами ландшафта;
- повышается устойчивость земляного полотна дороги против сползания по косогору;
- уменьшается площадь откосов земляного полотна и, как следствие этого, снижается вероятность их разрушения от размыва поверхностной водой;

- повышается безопасность движения за счет полного исключения случаев ослепления водителей фарами встречных автомобилей и происшествий, связанных со встречными столкновениями;
- улучшается обзорность окрестностей из автомобиля, снижается монотонность движения;
- на кривых в плане с виражом обеспечивается отвод воды с поверхности дороги без устройства закрытого водостока;
- снижается объем земляных работ, количество укрепительных и водоотводных сооружений.

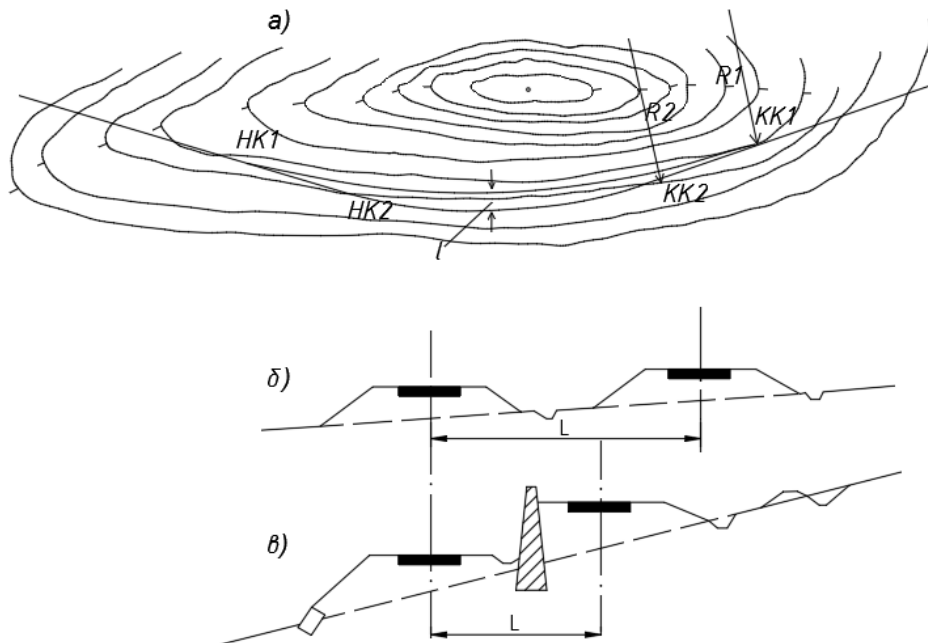


Рис. 4.2. План (а) и варианты поперечных профилей автомагистрали на косогорном участке с поперечным уклоном до 1:3 (б) и более 1:3 (в)

Учитывая отмеченные в главе 3 закономерности зрительного восприятия водителем дорожных условий, расстояние видимости на автомагистралях следует назначать исходя из обеспечения зрительной ясности и плавности дороги, которое по рекомендациям [8] составляет 600 – 700 м.

В поперечном профиле автомагистралей выполнение правил ландшафтного проектирования достигается при обтекаемых поперечниках, обеспечивающих плавное сочетание элементов земляного полотна между собой и полосой отвода (рис 4.3).

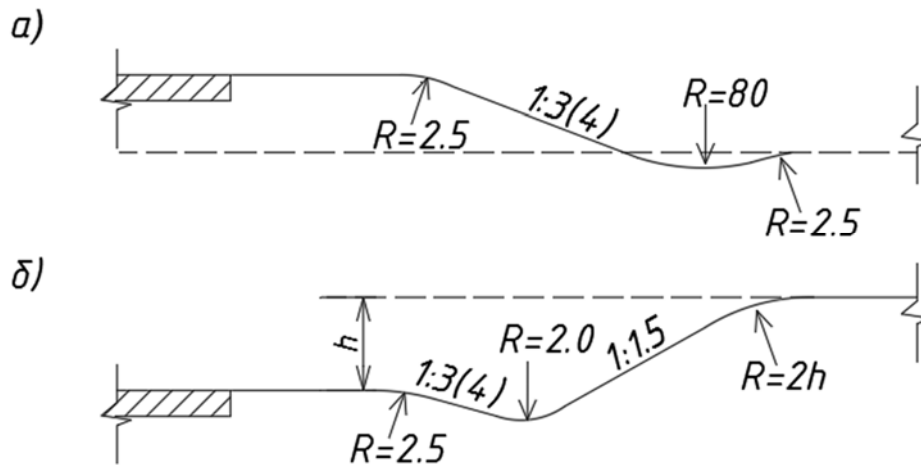


Рис. 4.3. Обтекаемые поперечные профили:
а – насыпь с кюветами; б – выемка

Для определения соответствия трассы требованиям ландшафтного проектирования разработана методика оценки зрительной плавности закругления в плане [8, 9]. Ее основой является сопоставление величин видимой ширины проезжей части и радиуса кривой ведущей линии – элементов, воспринимаемых водителем в перспективе, формирующихся в картинной плоскости. На рис. 4.4 представлена расчетная схема оценки зрительной плавности участка автомагистрали на кривой в плане применительно к четырехполосной автомагистрали.

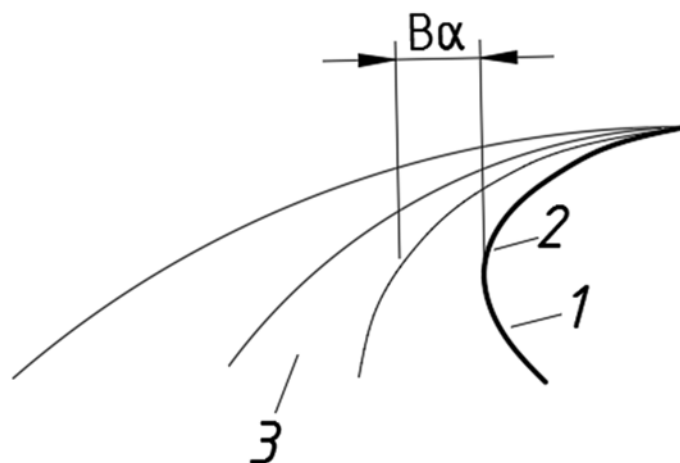


Рис. 4.4. Расчетная схема оценки зрительной плавности участка автомагистрали на кривой в плане: 1 – ведущая линия (внутренняя кромка проезжей части); 2 – экстремальная точка; 3 – центральная разделительная полоса

Кривая в плане считается плавной, если соблюдается соотношение: $B_{\alpha} < 1,6 \sqrt{R_{\alpha} - 1}$, где B_{α} – видимая ширина проезжей части автомагистрали в одном направлении; R_{α} – радиус кривой ведущей линии в экстремальной точке – точке наибольшей кривизны.

Величины B_{α} и R_{α} в градусных единицах измерения определяются из выражений:

$$B_{\alpha} = \frac{B_{\text{пч}}}{S_{\text{э}} * 0,0175},$$

$$R_{\alpha} = \frac{H^2 * R_{\text{пл}} * 10^4}{S_{\text{э}}^3 * 2,91}, \quad \text{– для закругления без переходных кривых}$$

$$R_{\alpha} = \frac{H^2 * A^2 * 10^4}{S_{\text{э}}^2 * (S_{\text{э}} - 50) * 2,91} \quad \text{– для закругления с переходными кривыми}$$

где $B_{\text{пч}}$ – проектная ширина основной проезжей части автомагистрали в одном направлении, м;

$R_{\text{пл}}$ – проектный радиус кривой в плане, м;

A – параметр переходной кривой, м;

H – высота глаз водителя над поверхностной кривой, м; принимается равной: а) нормативной высоте глаз водителя над проезжей частью [3] при расположении в плане на прямой в продольном профиле; б) для других случаях – согласно [8].

Величина $S_{\text{э}}$ определяет расстояние от наблюдателя (водителя) до экстремальной точки:

- для закруглений без переходных кривых $S_{\text{э}} = \sqrt{S_0^2 + 2CR_{\text{пл}}}$, м;
- для закруглений с переходными кривыми при повороте направо $S_{\text{э}} = 0,12A + 75$, при повороте налево $S_{\text{э}} = 0,19A + 90$, м

В приведенных формулах S_0 – расстояние от наблюдателя до начала закругления, принимается равной 50 м, C – расстояние от наблюдателя до ведущей линии, принимается 1,5 м при повороте направо, 6 м при повороте налево.

Если требуемое соотношение величин B_{α} и R_{α} не соблюдается, то следует рассматривать другие проектные решения закругления,

например, с увеличенными радиусами кривой в плане или в продольном профиле, с другими параметрами переходных кривых. В сложных условиях проектирования может потребоваться изменение участка трассы в целом.

4.3. Назначение радиусов кривых в плане с учетом загрузки автомагистрали движением

Многополосность проезжей части автомагистрали обуславливает необходимость обеспечения равных условий движения по разным полосам, в частности, на четырехполосных дорогах – для движения по левой внутренней и правой внешней полосе. Это требование не всегда может выполняться при проектировании кривых в плане, на которой расстояние видимости поверхности покрытия на левой полосе меняется по мере изменения уровня загрузки дороги движением. Причиной снижения расстояния видимости S_1 (рис. 4.5, а) могут быть какие-либо препятствия на внутренней стороне кривой (например, растительность или откос выемки), которые легко устраняются согласно нормативным требованиям. Однако расстояние видимости S_2 (рис. 4.5, б) может быть недопустимо малым из-за влияния автомобилей на правой полосе, ограничивающих поле зрения водителя автомобиля, движущегося по левой полосе.

Подобные условия видимости формируются при значениях коэффициента загрузки 0,25 – 0,30 и более. Как видно из расчетной схемы на рис. 4.6, в этих случаях луч зрения водителя автомобиля, движущегося по расчетной траектории радиусом R_m , скользит вдоль кузовов пачки автомобилей на правой полосе. При этом направление луча зрения и расстояние видимости поверхности дороги зависят от величин зазоров безопасности «d» и «с», характеризующих положение автомобилей в поперечнике автомагистрали.

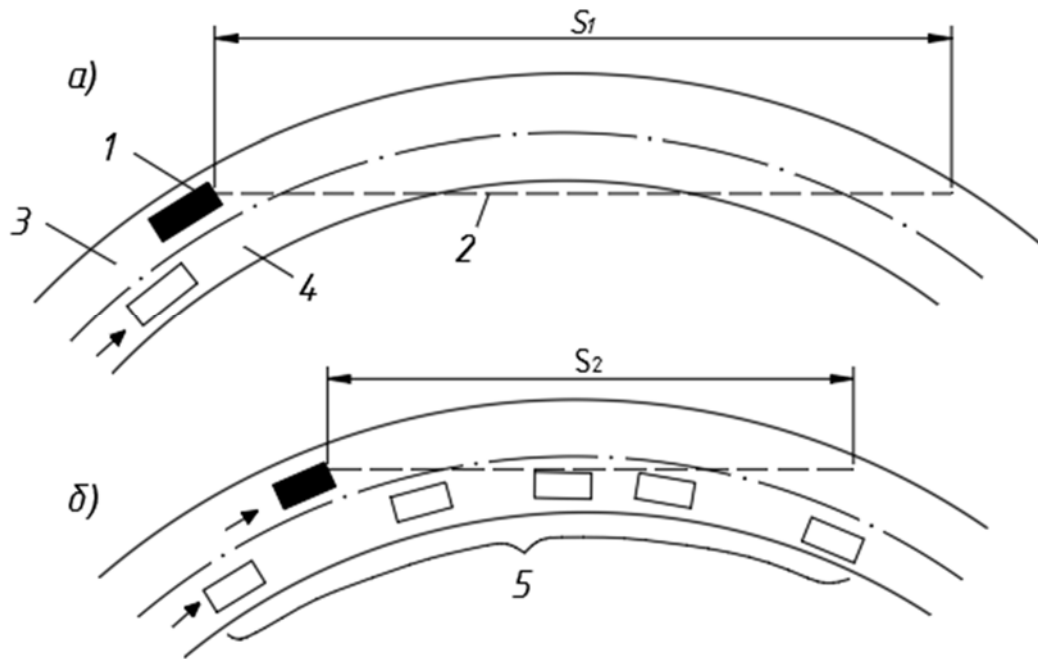


Рис. 4.5. Условия видимости поверхности покрытия водителями автомобилей, движущихся по левой полосе четырехполосной автомагистрали в свободных (а) и стесненных (б) условиях: 1 – расчетный автомобиль; 2 – луч зрения водителя; 3 – левая полоса; 4 – правая полоса; 5 – пачка автомобилей; S_1 и S_2 – расстояния видимости покрытия

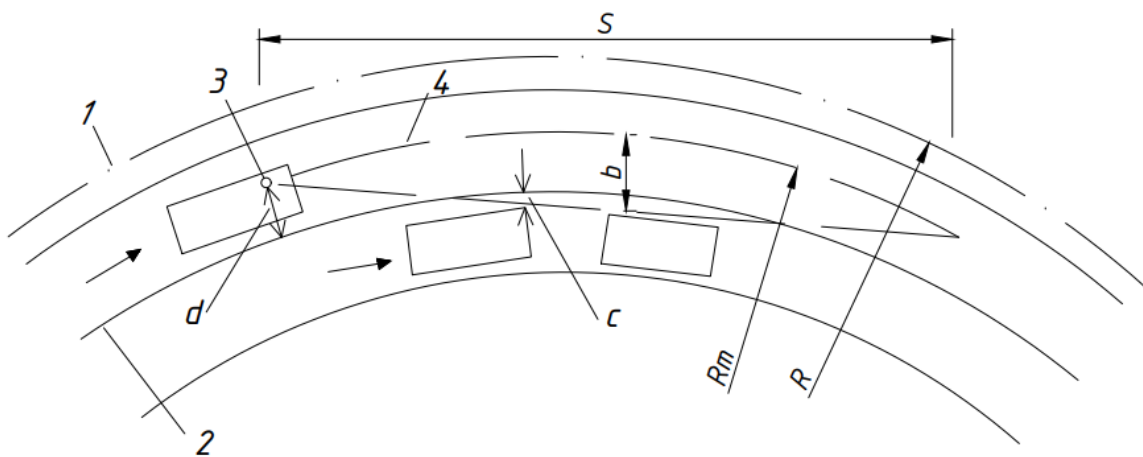


Рис. 4.6. Расчетная схема к определению радиуса кривой в плане с учетом стесненных условий: 1 – ось автомагистрали; 2 – ось проезжей части; 3 – местоположение водителя расчетного автомобиля; 4 – траектория движения расчетного автомобиля радиусом R_m ; R – радиус кривой в плане; R_m – радиус расчетной траектории; S – расстояние видимости; c и d – зазоры безопасности; b – суммарный зазор безопасности

Радиус R_m определяется из простых геометрических соотношений между величиной «b», представляющей собой стрелку сегмента окружности радиуса R_m , и длиной сегмента, равного в данном случае расстоянию видимости S :

$$R_m = \frac{S^2}{8b} + \frac{b}{2}, \text{ м,}$$

где b – расчетный зазор безопасности, равный сумме зазоров d и c , м.

Для практических расчетов второе слагаемое в формуле допустимо не учитывать ввиду его малости, а величину радиуса R_m с достаточной точностью определять как радиус R кривой в плане:

$$R = \frac{S^2}{8b}, \text{ м.}$$

Расстояние видимости рассчитывается на скорость движения по левой полосе легковых автомобилей 85% обеспеченности в пределах 120 – 125 км/ч, которая соответствует коэффициенту загрузки автомагистрали 0,2 – 0,3. Входящие в формулу расчета расстояния видимости параметры назначаются равными: время реакции водителя 2,5 с, коэффициент продольного сцепления 0,3, коэффициент эксплуатационного состояния тормозов 1,1. Величина расчетного зазора безопасности b , равная сумме зазоров d и c , изменяется в зависимости от режимов движения автомобилей по дороге и в среднем составляет 2,8 м при ширине полос движения 3,75 м.

В таб. 4.2 приведены радиусы кривых в плане, рассчитанные на скорости движения автомобилей 120 и 125 км/ч.

Таблица 4.2

Расчетные радиусы кривых в плане

Расчетная скорость, км/ч	Расстояние видимости, м	Расчетный зазор безопасности, м	Радиус кривой в плане, м
120	290	2,8	3800
125	310	2,8	4400

Из табл. 4.2 видно, что величины радиусов, обеспечивающих безопасные условия движения в транспортном потоке, соотносятся с правилами ландшафтного проектирования о назначении размеров

кривых в плане не менее 3000м, что еще раз подтверждает необходимость их соблюдения.

4.4. Проектирование элементов поперечного профиля

К характерным элементам поперечного профиля, отличающим автомагистраль от дорог других категорий, относятся центральные и боковые разделительные и остановочные полосы. Следует отметить, что краевые полосы, относящиеся к обязательным нормативным элементам поперечного профиля автомагистрали, в настоящее время, согласно нормам [3], также включены в состав перечня дорог более низких категорий.

4.4.1. Центральные разделительные полосы

Как отмечалось в разделе 3.3, разделительные полосы в значительной мере влияют на условия безопасности движения. Степень аварийности зависит от ее ширины и загруженности автомагистрали движением (рис. 4.7). Чем меньше ее ширина и больше загруженность дороги, тем выше вероятность выезда на противоположную проезжую часть в аварийной ситуации и столкновения со встречным автомобилем. Помимо этого, из графика видно (см. рис.4.7), что в разные годы эти зависимости различны и объясняются закономерным ростом скоростей движения автомобилей, изложенном в параграфе 3.2.

Увеличение ширины разделительной полосы снижает степень аварийности и соответственно уменьшает потери народного хозяйства от дорожно-транспортных происшествий, однако при этом вырастает стоимость строительства автомагистрали за счет увеличения площади занимаемых земель, объемов земляных работ, протяженности водоотводных сооружений. Эта взаимосвязь определяет назначение ширины центральной разделительной полосы как технико-экономическую задачу, решение которой заключается в расчете

капиталовложений на строительство дороги с разной шириной разделительной полосы, сокращения потерь от дорожно-транспортных происшествий при разных уровнях загрузки дорог движением и интегрального эффекта, например, чистого дисконтированного дохода, оптимальная величина которого должна быть более нуля [10].

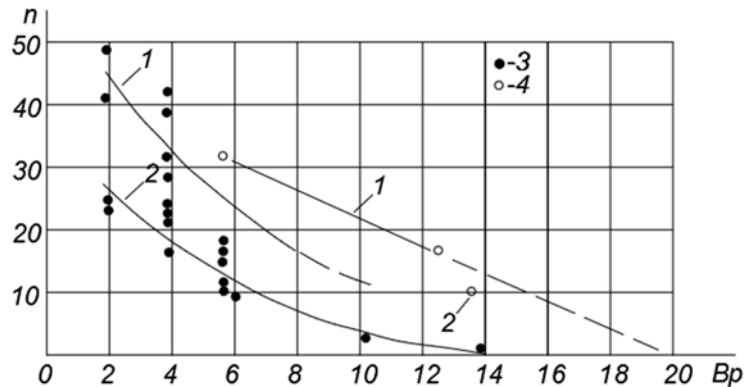


Рис. 4.7. Влияние ширины центральной разделительной полосы на аварийность: n – число встречных столкновений, % от общего числа столкновений; B_p – ширина разделительной полосы, м; 1 – при коэффициенте загрузки $0,4 - 0,7$; 2 – при коэффициенте загрузки $0,2 - 0,3$; 3 – данные за 1970 – 1978 гг.; 4 – данные 1977 – 2001 гг.

В качестве примера на рис. 4.8 приведено графическое определение оптимальной ширины центральной разделительной полосы при различных интенсивностях движения.

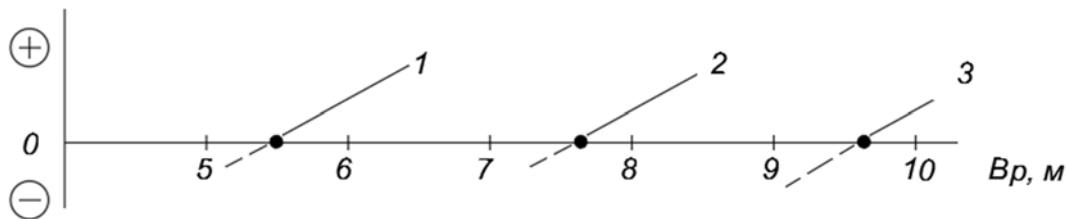


Рис. 4.8. Графическое определение оптимальной ширины разделительной полосы B_p : 1, 2, 3 – величины интегрального эффекта при разных интенсивностях движения $N_1 < N_2 < N_3$ авт/сут; –, + – интегральный эффект (положительный или отрицательный), руб.; • – оптимальное значение B_p

Конструкция поперечного профиля разделительной полосы зависит от ее ширины. При ширине более 6 м в целях уменьшения площади сбора поверхностной воды, попадающей на проезжую часть, им придают вогнутые очертания с заложением откосов $1:8 - 1:10$ с закрытым подземным водостоком (рис. 4.9).

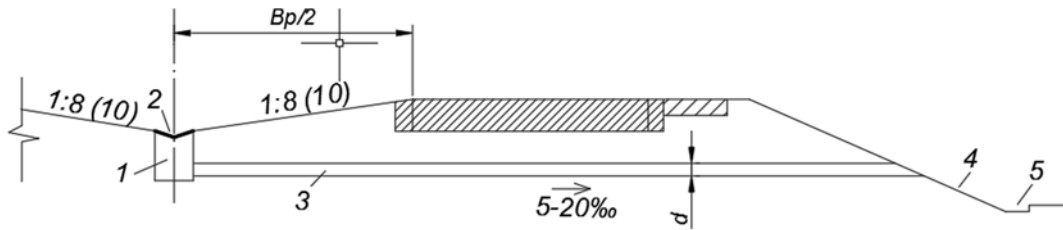


Рис. 4.9. Поперечный профиль автомагистрали с вогнутой разделительной полосой: 1 – водоприемный колодец; 2 – продольный лоток с решеткой колодца; 3 – звенья водоотводной трубы диаметром $d=0,3 - 0,4$ м; 4 – откосный лоток; 5 – водобойный колодец

Наименьшая допустимая ширина разделительной полосы определяется с учетом установки ограждений, влияющих на безопасность и режим движения автомобилей. При установке барьерных металлических ограждений автомобиль, съехавший в аварийной ситуации на разделительную полосу, наезжая на ограждение, деформирует его и отклоняет в сторону противоположной проезжей части (рис. 4.10, а).

Отклонение должно быть таким, чтобы ограждение не оказалось на противоположной проезжей части, чего можно достичь, согласуя его величину с шириной зазоров безопасности «а» (см. рис. 4.10)

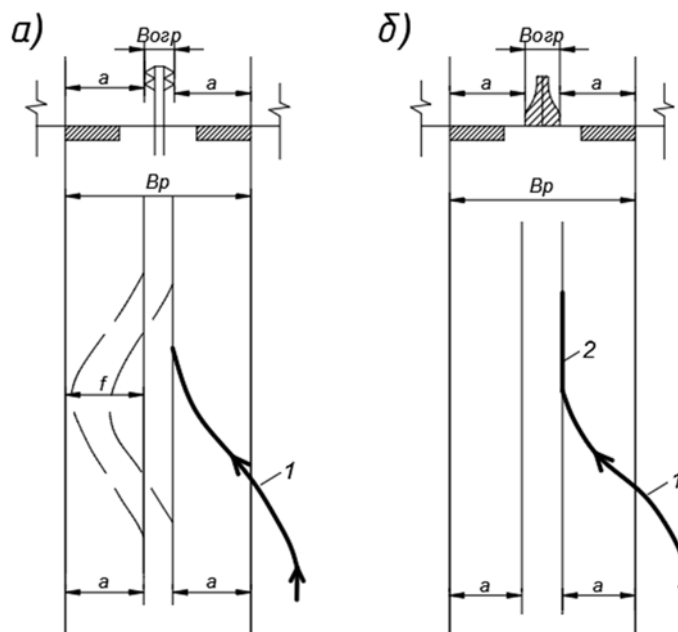


Рис. 4.10. Расчетные схемы к определению минимально допустимой ширины центральной разделительной полосы при установке барьерного ограждения (а), железобетонного парапетного (б): 1 – траектория движения автомобиля в аварийной ситуации; 2 – участок скольжения автомобиля по ограждению

Величина деформации в виде стрелки прогиба « f » в зависимости от типа ограждения, скорости движения автомобиля, угла наезда и других факторов колеблется от 1 до 2 м и более. Следует также учитывать, что ограждение воспринимается водителем как препятствие, что заставляет его двигаться на некотором расстоянии от ограждения. Величина этого зазора безопасности зависит от скорости движения автомобиля и в среднем составляет 1 – 1,5 м.

При установке барьерного железобетонного ограждения парапетного типа, конструкция которого не должна допускать отбрасывания автомобиля в сторону проезжей части или переезда через него, съехавший на разделительную полосу автомобиль не разрушая ограждения, скользит по внешней грани его поверхности до остановки (рис. 4.10, б). Необходимо отметить, что водитель воспринимает ограждение парапетного типа как металлическое ограждение с сохранением тех же зазоров безопасности.

Таким образом, можно заключить, что наименьшая ширина разделительной полосы определяется как сумма ширины ограждения « $b_{огр}$ » и двух зазоров безопасности « a », каждый из которых для металлических ограждений не должен быть меньше стрелки прогиба « f » (см. рис. 10, а) или зазора безопасности, зависящего от скорости движения автомобиля при установке ограждения парапетного типа (см. рис. 10, б).

Ширина разделительной полосы определяет тип укрепления ее поверхности на участке между краевыми полосами: при ширине до 6 м рекомендуется устройство твердого покрытия, при большей ширине – засев трав или одерновка.

На сложных участках автомагистралей, требующих больших капиталовложений на строительство и содержание, проектируют разделительные полосы минимальной ширины с установкой ограждений. Основное требование к образующим участкам перехода от одной ширины к другой – обеспечение плавности изменения кривизны траектории движения автомобиля. Длина этих участков зависит от

скорости движения и величины изменения ширины разделительной полосы (табл. 4.3).

Таблица 4.3

Длина переходного участка

Скорость движения, км/ч	Величина изменения ширины разделительной полосы, м				
	2	4	6	8	10
	Длина переходного участка, м				
100	110	135	170	205	240
120	110	145	180	220	265

4.4.2. Боковые разделительные краевые полосы

Боковые разделительные полосы проектируют для отделения от основной проезжей части распределительных и переходно-скоростных полос в зоне транспортных развязок, площадок отдыха, мотелей, АЗС (рис 4.11). Их ширина должна быть достаточной для устройства краевых полос и установки барьерных металлических ограждений, предотвращающих не только столкновения попутных автомобилей, но также случаи неправомерного пересечения разделительной полосы транзитными автомобилями, водители которых проехали ее головной участок, или водителями автомобилей второстепенного направления, также нарушающих правила движения. Конструкция головных участков боковой разделительной полосы определяется планировкой переходно-скоростных полос.

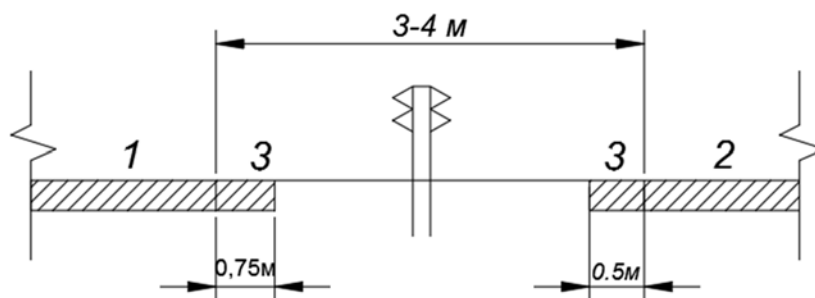


Рис. 4.11. Поперечный профиль боковой разделительной полосы:
1 – основная проезжая часть; 2 – переходно-скоростная полоса;
3 – краевые полосы

При выборе типа ограждения на боковой разделительной полосе учитывают более низкие скорости движения наезжающих автомобилей по сравнению со скоростями, характерными для расчета ограждений центральной разделительной полосы.

Наиболее эффективным способом устройства краевых полос является уширение дорожной одежды проезжей части на соответствующую величину, равную ширине краевых полос, с последующим нанесением линий разметки как элемента организации движения. При такой конструкции краевые полосы удовлетворяют требованиям к их прочности, ровности и сцепным качествам, к выполнению функции «направляющего» элемента – ориентирование водителя в оценке местоположения автомобиля на полосе движения.

Устройство ребристых краевых полос существенно ухудшает условия безопасности движения, поскольку снижает эффективность использования водителями ширины проезжей части, вызывая смещение траекторий движения автомобилей к оси дороги и затрудняет очистку дороги от снега и грязи, мешает нанесению на их поверхность линии разметки.

4.4.3. Остановочные полосы

Как отмечалось в разделе 2, остановочные полосы являются важнейшим элементом поперечного профиля автомагистрали, обеспечивающим безопасные и удобные условия движения. Технические нормы [3] устанавливают ее ширину равной 2,5 м, в которую включается ширина краевой полосы.

Необходимость проектирования остановочных полос с учетом величин интенсивности движения может быть определена при технико-экономическом сравнении различных вариантов конструкции обочин автомагистрали: с остановочной полосой и обочиной, укрепленной щебнем (рис. 4.12).

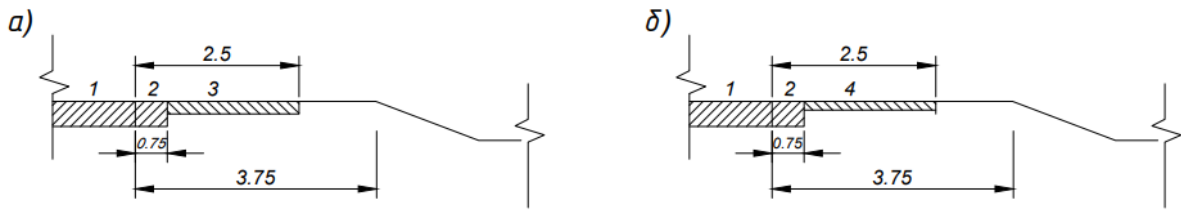


Рис. 4.12. Варианты конструкций обочины: а – с остановочной полосой; б – с укрепленной обочиной; 1 – основная проезжая часть; 2 – краевая полоса; 3 – остановочная полоса; 4 – укрепленная обочина

Согласно [10], сравнение вариантов основывается на определении интегральных эффектов W_1 , W_2 и сокращении потерь A_1 , A_2 (рис. 4.13). Большая величина сокращения потерь при устройстве остановочных полос A_1 объясняется более высокими скоростями движения не только транзитного потока, но и высокими скоростями движения автомобилей, съезжающих на остановочную полосу или выезжающих с нее, а также снижением потерь от дорожно-транспортных происшествий.

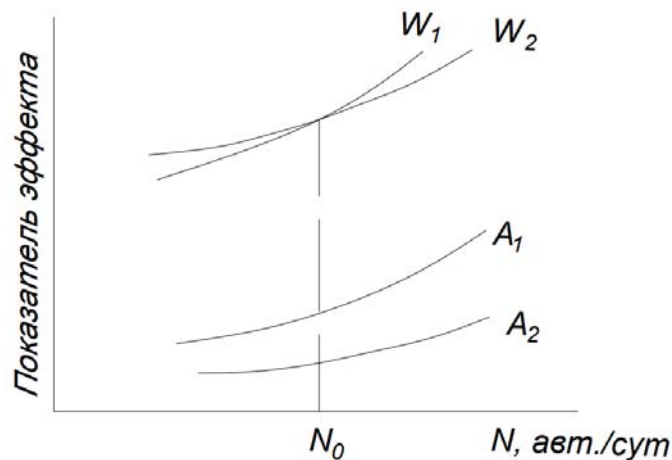


Рис. 4.13. Связь интенсивности движения и показателей эффективности устройства остановочных полос: A_1 и A_2 – сокращение потерь; W_1 , W_2 – интегральный эффект; 1 – остановочная полоса; 2 – укрепленная обочина.

Из графика на рис. 4.13 видно, что интенсивность движения N_0 , при которой целесообразно устройство остановочной полосы, определяется положением точек пересечения кривых, характеризующих изменение интегральных эффектов W_1 и W_2 , поскольку W_1 становится больше W_2 .

Дорожная одежда остановочной полосы, согласно нормам [3], рассчитывается на интенсивность движения, принимаемую для дорог I категории с разным числом полос. Конструкция дорожной одежды остановочной полосы может быть нежесткого или жесткого типа в соответствии с типом дорожной одежды основной проезжей части.

На автомагистралях с шестью и более полосами движения рекомендуется в целях наиболее быстрого освобождения проезжей части от автомобилей, оказавшихся в неподвижном состоянии из-за дорожно-транспортного происшествия или по другим причинам, предусматривать устройство остановочной полосы на центральной разделительной полосе (рис. 4.14).

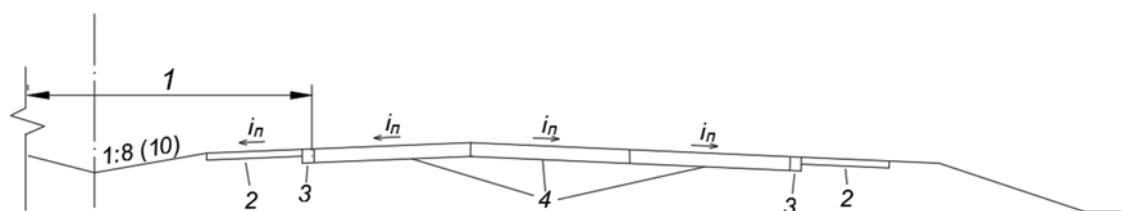


Рис. 4.14. Вариант поперечного профиля шестиполосной автомагистрали: 1 – разделительная полоса; 2 – остановочные полосы; 3 – краевые полосы; 4 – полосы проезжей части

Поперечные уклоны остановочной полосы и грунтовой части обочин следует назначать превышающими на 5‰ уклоны прилегающей основной полосы движения; поперечные уклоны остановочной полосы, располагаемой на разделительной полосе, назначаются равными уклону прилегающей полосы проезжей части.

4.5. Требования к конструкции и расположению элементов поверхностного водоотвода

Одной из основных функций элементов поперечного профиля является быстрый отвод ливневой или талой воды с поверхности земляного полотна без разрушения обочин и откосов насыпи, ухудшения условия безопасности движения.

В состав сооружений поверхностного водоотвода входят продольные, поперечные и откосные лотки, устройства, гасящие энергию воды (водогасящие устройства), бордюры. Продольные лотки

располагаются вдоль кромки проезжей части или кромки остановочной полосы. Поперечные лотки примыкают к продольным и отводят воду на откосные лотки. Водогасящие устройства располагаются на выходе из откосных лотков в местах их сопряжения с кюветами или с прилегающей местностью.

Эти сооружения предусматриваются на участках дорог с продольными уклонами более 30‰, с насыпями высотой более 4 м, в местах вогнутых кривых.

Выполняя функции сбора и отвода воды, стекающей с проезжей части, эти элементы в зависимости от места их расположения в поперечнике могут оказывать существенное влияние на режим и безопасность движения автомобилей. На рис. 4.15 приведены разные варианты конструкции поперечных профилей автомагистрали с элементами водоотвода.

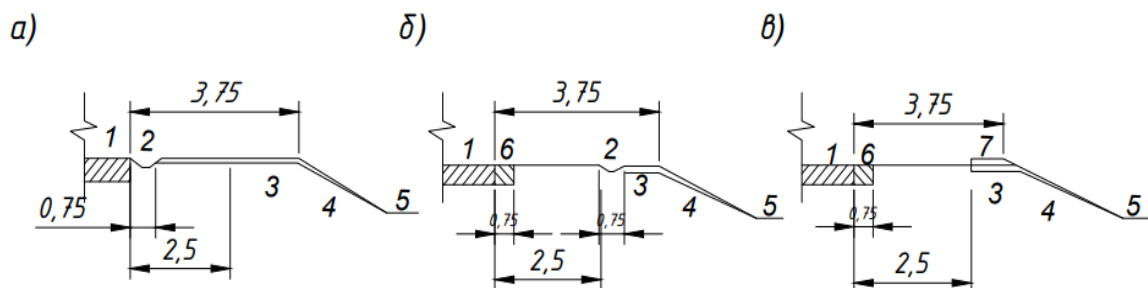


Рис. 4.15. Конструкция обочины с элементами поверхностного водоотвода при разном расположении продольных лотков: а – вдоль кромки проезжей части; б – вдоль кромки остановочной полосы; в – без продольного лотка; 1 – полоса движения; 2 – продольный лоток; 3 – поперечный лоток; 4 – откосный лоток; 5 – водогасящее устройство; 6 – краевая полоса; 7 – бордюр

Размещение продольных уклонов вдоль кромки проезжей части (рис. 4.15, а) влияет на режим и безопасность движения автомобилей, водители которых, опасаясь заезжать на лоток глубиной около 4 см, снижают скорость или сменяют траекторию движения автомобиля к оси проезжей части, уменьшая эффективность ее использования и создавая аварийные ситуации. Скорость движения автомобилей, съезжающих на остановочную полосу или выезжающих с нее, также снижается из-за необходимости переезда через продольный лоток и поперечные лотки (рис. 4.16), частота расположения которых

в плане колеблется от 25 до 130 м в зависимости от числа полос движения, ливневого района, продольного уклона дороги [11].

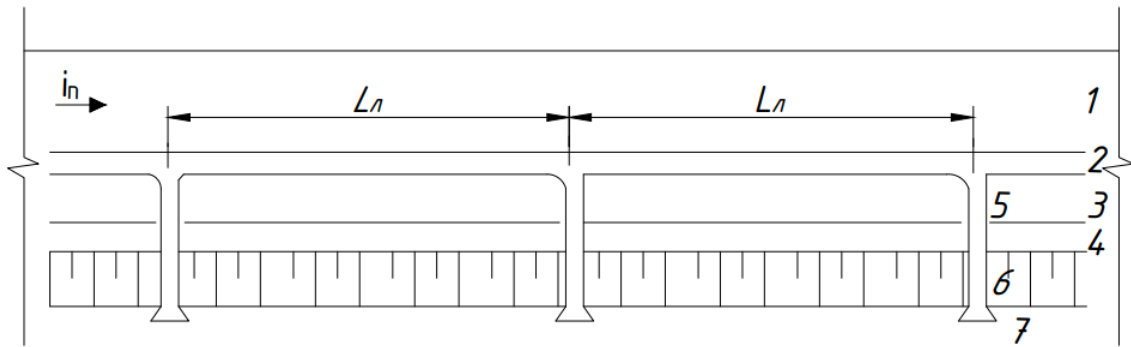


Рис. 4.16. Элементы водоотвода в плане при расположении продольного лотка (2) вдоль кромки проезжей части: 1 – полоса движения; 3 – остановочная полоса; 4 – грунтовая часть обочины; 5 – поперечный лоток; 6 – откосный лоток; 7 – водогасящее устройство; i_n – продольный уклон дороги; $L_{л}$ – расстояние между поперечными лотками

В целях устранения недостатков рассмотренного варианта размещения продольного лотка возможно вдоль кромки остановочной полосы (рис. 4.15, б). В этом случае водители, въезжающие на остановочную полосу автомобилей, стараются не заезжать на лоток. При этом расстояние от кривых колес автомобиля до края лотка для легковых автомобилей в среднем составляет около 0,5 – 0,6 м, грузовых – от 0,3 до 0,4 м. В результате левые колеса автомобиля оказываются вблизи кромки проезжей части, влияя на режим и безопасность движения транзитных автомобилей.

Наиболее приемлемым способом отвода поверхностной воды на автомагистралях следует считать полный отказ от использования на обочине продольных лотков и организация стока посредством устройства между кромкой остановочной полосы и грунтовой частью обочин асфальтобетонных валиков или бордюров высотой 6 – 8 см (рис 4.15, в) или большей высоты совместно с установкой ограждений (рис 4.17).

Ограничение высоты бордюра объясняется тем, что при съезде с проезжей части автомобиля в аварийной ситуации с последующим соприкосновением колес с этими элементами исключается возможное его опрокидывание, т.к. в контактной зоне оказывается не жесткий диск колеса, а его эластичная покрышка.

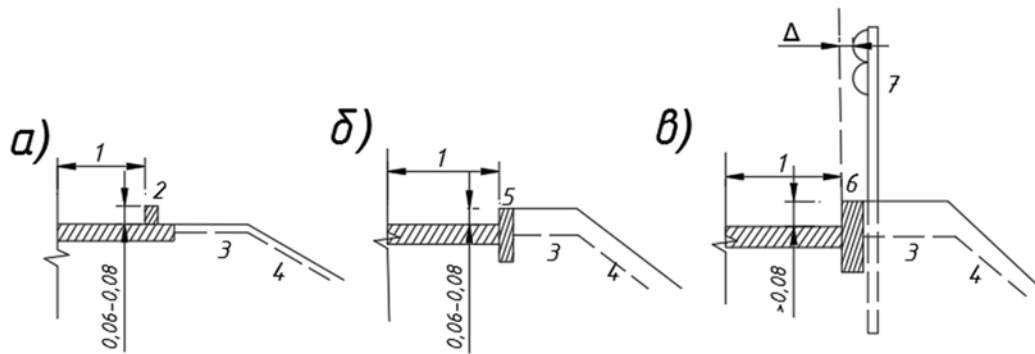


Рис. 4.17. Варианты отвода поверхностной воды без продольных лотков с устройством валиков (а), низких (б) и высоких бордюров (в):

1 – остановочная полоса; 2 – валик; 3 – поперечный лоток; 4 – откосный лоток; 5 – низкий бордюр; 6 – высокий бордюр; 7 – ограждение

При необходимости использования высоких бордюров требуется установка на грунтовой части обочины ограждений с соблюдением расположения граней бордюра и балки ограждения в одной плоскости с допустимым отклонением Δ не более 0,1 м (рис 4.17, в).

Вопросы для самоконтроля

1. Каковы основные принципы метода ландшафтного проектирования дорог?
2. Каковы принципы внутренней и внешней гармонии трассы?
3. Какие требования предъявляются к углам пересечения трассой автомагистрали водотоков, железных дорог, других автомобильных дорог?
4. Какие требования необходимо учитывать при трассировании автомагистрали вблизи населенных пунктов?
5. Какие основные правила ландшафтного проектирования рекомендуется учитывать при назначении элементов плана автомагистрали?
6. Каковы причины необходимости оценки сочетания элементов плана и продольного профиля автомагистрали?
7. Какие условия движения следует учитывать при расчете радиусов кривых в плане автомагистрали при разных коэффициентах загрузки?