

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДОРОГ

П. Я. ДЗЕНИС

Опыт эксплуатации автомобильных дорог показывает, что практикуемый метод раздельного проектирования их плана и профиля не гарантирует безопасность и удобство движения, несмотря на формальное соблюдение технических условий, обоснованных требованиями динамики движения и видимости дороги¹. Одной из причин этого является недоучет при проектировании условий зрительного восприятия дороги водителем при движении.

В целях достижения зрительной ясности и плавности дороги, а также увязки ее с ландшафтом в Латдоравтопроекте автором статьи запроектирован ряд участков с учетом принципов пространственного трассирования. Впервые эти принципы были применены в 1957 г. на одном из участков дороги Рига—Вентспилс, где трассирование проводилось со стремлением обеспечить плавность и логическую увязку с ландшафтом. Проектирование продольного профиля вели с проверкой вида дороги в перспективе, на основе чего вводили исправления в проектную линию. При этом были установлены основные принципы пространственного сочетания элементов плана и профиля:

совмещение рациональных углов поворота трассы с основными переломами рельефа — водоразделами, берегами водотоков и др.;

соответствие в простых условиях рельефа каждому элементу трассы в плане одного элемента в продольном профиле;

объединение в пределах зоны видимости нескольких элементов плана одним элементом в продольном профиле — вогнутой кривой или прямой².

Эти простые принципы трассирования были применены в проектировании нескольких дорог. Для улучшения условий видимости при трассировании кривые в плане стремились совмещать с вогнутыми, а на выпуклых участках прокладывать трассу прямолинейно. При этом основное внимание уделялось целеустремленности прямых участков трассы и логичности назначения поворотов, увязываемых с основными элементами ландшафта. В открытой местности сочетание углов поворота с основными переломами рельефа является весьма удобным и практичным. При этом легко получить зрительную ориентацию трассы и сохранить особенности ландшафта. Следует отметить что, если удается добиться сочетания рациональных переломов трассы в плане и профиле, согласование размеров кривых не вызывает трудностей.

Анализ построенных по этим проектам участков дал возможность понять, что соблюдение упомянутых принципов трассирования обеспечило хорошую плавность дороги.

Наблюдения показали, что совмещение горизонтальных кривых с узкими вогнутыми понижениями рельефа местности приводит к пространственно неудачным решениям и приемлемо только для широких, хорошо обозреваемых вогнутых участков. Удачными оказались участки, на которых пологие горизонтальные кривые совмещались с выпуклыми участками рельефа, что целесообразно также для ориентирования водителя за пределами непосредственной видимости дороги.

Трудности сочетания элементов плана и профиля возникают в закрытой пересеченной местности. Примером может служить вариант участка дороги Рига—Псков на пересечении оврага отличающегося своей ландшафтной своеобразностью и живописностью.

При рекогносцировке участка на топографическом плане в масштабе 1 : 2000 были отмечены элементы ландшафта — холмы, отдельные группы деревьев, которые предусматривалось сохранить и использовать для пространственной ориентации дороги, как акценты или ориентиры. На плане с учетом структуры ландшафта было нанесено несколько вариантов трассы. Кривые в плане стремились совмещать с основными переломами рельефа, добиваясь оптимальной увязки с ландшафтом.

На вычерченном по горизонталям продольном профиле варианта наносили проектную линию, определяли ее элементы и положение основных точек. В местах перелома проектной линии корректировали расположение углов поворота в плане и согласовывали длины вертикальных и горизонтальных кривых. В данном случае рациональная длина вертикальных кривых, найденная по продольному профилю, определяла длину горизонтальных кривых. Переходные кривые в плане начинали за 80—100 м до начала вертикальных кривых, достигая этим убедительного оптически заметного и плавного перехода в последующую зону обозрения дороги.

Намеченное положение проектной линии проверяли на местности по увязке с рельефом пределов обозрения отдельных участков и границ характерных ландшафтных пространств. При помощи перспективных изображений были намечены также точки зрения для последующей проверки пространственного проложения дороги, в отношении целеустремленности и плавности участка в совокупности с ландшафтом, т. е. общее архитектурное решение.

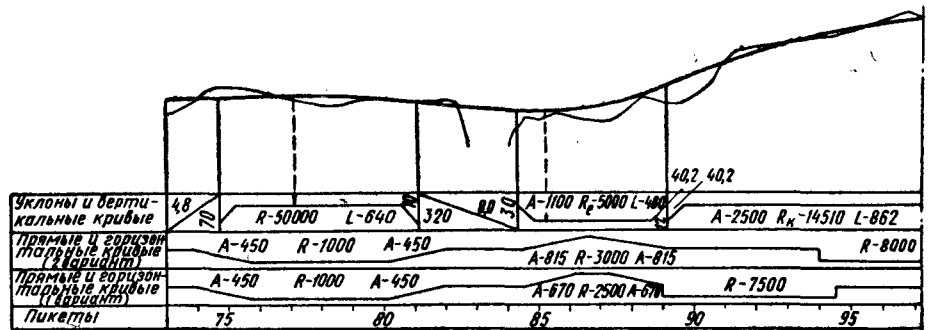


Рис. 1. Продольный профиль дороги, запроектированный с учетом ландшафта

Принятый вариант, удовлетворяющий как техническим, так и архитектурным требованиям, показан на рис. 1.

Поскольку проектировали участок экспериментально в целях выработки методики пространственного проектирования, то оптимального сочетания переломов в плане и профиле добились с особой точностью.

Зрительное восприятие отдельных закруглений трассы оценивали с расстояния 150—250 м до закругления. Проверяли также пространственную плавность отгонов виражей, дополнительных полос проезжей части и планировки пересечений. Для лучшей увязки продольного профиля с рельефом на одном участке потребовалось ввести как самостоятельный элемент продольного профиля вертикальную переходную кривую длиной 862 м.

Первоначальные проектные решения улучшали на основе исправленного на глаз перспективного изображения. Величины поправок плана и профиля измеряли относительно исправленных линий дороги и пересчитывали в отметки продольного профиля и координаты плана.

¹ В. Ф. Бабков. Дорожные условия и безопасность движения. Транспорт, 1964.

² П. Я. Дзенис, В. Р. Рейнфельд. Пространственное проектирование автомобильных дорог. Доклад на III зональном совещании по проектированию автомобильных дорог.

Для проверки плавности дороги в практике Латдоравтопроекта как наиболее точное и доступное средство применяют перспективные изображения, вычерченные координатным методом. В среднем для проверки плавности 10 км дороги требуется 10—15 перспективных изображений. Подсчет координат и вычерчивание перспективы участка трассы с 20 точками занимает примерно 2—3 ч.

Увязка земляного полотна с рельефом достигалась устройством пологих откосов с заложением 1:3 и кюветов овального сечения глубиной до 0,4 м. Для обеспечения плавного перехода из выемок в насыпи откосам выемок придавали такое же заложение, как у прилегающих насыпей.

В комплексе с дорогой разрабатывали проект ее озеленения и благоустройства. Придорожные насаждения преследовали цель обеспечить зрительное ориентирование водителей и увязку дороги с ландшафтом.

Проектирование ряда автомобильных дорог показало, что удачное сочетание размеров элементов плана и профиля может быть получено в подавляющем большинстве случаев, если при трассировании совмещены их переломы. В таком случае согласование размеров кривых в плане и профиле на стадии камеральных работ может быть достигнуто путем изменения радиусов вертикальных или горизонтальных кривых, длин переходных кривых изменением уклонов и смещением мест перелома в продольном профиле, применением круговых и переходных кривых в профиле. Было подтверждено, что в плавной трассе нежелательны прямые вставки между пространственными кривыми. Такие участки необходимо смягчать хотя бы введением пологих закруглений в продольном профиле.

Было установлено, что даже сравнительно небольшая несогласованность длины круговых кривых плана и профиля создает заметные искажения зрительной плавности дороги.

Замечено, что точное сочетание начала переходной кривой в плане с началом вогнутой вертикальной кривой приводит к нарушению плавности дороги. Опытное проектирование, проведенное автором, показало, что в целях обеспечения зрительной плавности переходные кривые в плане — описанные по радиоиальной спирали (клотоиде) с уравнением $A^2 = RL$ (A — параметр, R — радиус круговой кривой, L — длина кривой) — должны перекрывать вертикальную круговую кривую на расстояния, указанные ниже.

Параметры A , м	200	300	400	500	600	и более
Вынос начала переходной кривой, м	40	50	60	70	80	

Эти данные относятся к двухскатному поперечному профилю проезжей части; при наличии виража величину перекрытия следует увеличить на 10—20 м. Если переходные кривые вводят также и в продольном профиле, оптимальным является совмещение начальных точек переходных кривых в обеих проекциях.

В целях обеспечения равномерной скорости движения на кривых в плане при проектировании целесообразно обеспечивать плавность не менее чем на 1,0—1,5 расстояния видимости поверхности дороги до начала кривой.

Ниже указаны длины кривых, необходимые для обеспече-

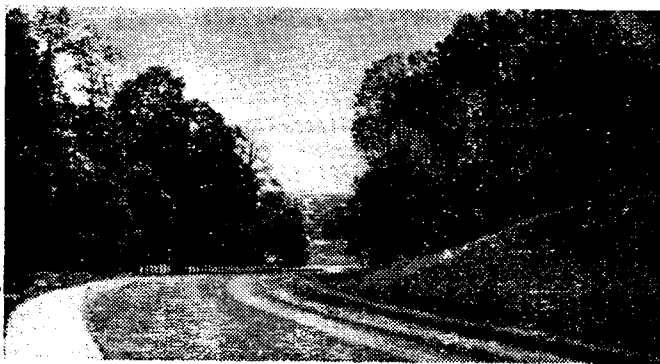


Рис. 2. Участок дороги, построенный с учетом пространственного трассирования, характеризуется пологими округленными откосами выемок

ния зрительной плавности дороги при разных расстояниях от точки зрения до перелома проектной линии.

Расстояние до перелома продольного профиля, м	150	200	300	400	500	600
Длина кривой, м	100—150	150—200	200—275	275—350	350—450	450—600

Если определенные по рекомендуемой длине кривой и разнице продольных уклонов или величине угла поворота в плане радиусы кривых оказываются меньшими 5000 м, для обеспечения зрительной плавности дороги необходимо вводить переходные кривые в плане и профиле.

В последние годы в Латдоравтопроекте пространственное проектирование дорог проводится исходя из вышеупомянутых основных положений в следующем порядке.

При трассировании на местности добиваются совмещения поворотов трассы с основными переломами рельефа и увязки дороги с ландшафтом. В условиях пересеченной закрытой местности пространственное проектирование проводится по топографическим планам.

Трассу дороги в плане и профиле разделяют на зоны обозрения исходя из высотных и плановых ограничений.

Для отдельных зон, учитывая направление трассы в плане, стремятся найти оптическое решение продольного профиля, лучше всего в виде вогнутого участка, избегая волнообразной проектной линии.

Намеченная в процессе изысканий проектная линия уточняется при подробном проектировании. Для этого вертикальные переломы стремятся размещать в середине кривых в плане или приблизить к ним, а длины вертикальных кривых приравнять к принятым при трассировании длинам кривых в плане. Если это нерационально, то камерально изменяют длину горизонтальных кривых, поскольку это обычно мало сказывается на объемах земляных работ.

В последнюю очередь проверяется плавность закруглений с предельных границ их видимости водителем, но не менее чем с 1,0—1,5-кратного расчетного расстояния видимости поверхности дороги до кривой для данной расчетной скорости.

Чтобы в начале и конце отгона виража не создавались нарушения плавности внешней бровки проезжей части, уклон отгона виража принимается не выше 3%.

Перспективные изображения вычерчивают только для пространственно сложных участков трассы, когда отсутствуют аналогичные изученные решения.

На рисунках 2 и 3 приведены участки дорог, построенных в последние годы и запроектированных с соблюдением указанных принципов. Они характеризуются хорошим вписыванием в ландшафт, неглубокими кюветами и пологими округленными откосами выемок. Непосредственно за границами земляных работ сохранены группы живописных деревьев.

В решении вопросов организации придорожного пространства на всех стадиях проектирования в Латдоравтопроекте участвует архитектор. Общее архитектурное решение отдельных участков дороги проводится исходя из ее деления на зоны обозрения и ландшафтные пространства.



Рис. 3. Дорога с неглубокими закругленными кюветами хорошо вписывается в ландшафт