МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

ЦЕНТР МЕТРОЛОГИИ, ИСПЫТАНИЙ И
СЕРТИФИКАЦИИ МАДИ(ГТУ)

В. Г. ПОПОВ

РАЗБИВКА ВИРАЖЕЙ, УШИРЕНИЯ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ, ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ КРИВЫХ, ПЕРЕСЕЧЕНИЙ И ПРИМЫКАНИЙ

ПОСОБИЕ
ДЛЯ МАСТЕРОВ И ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ
РАБОТ ДОРОЖНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Москва 2001

gost.e-ecolog.ru

МОСКОВСКИЙ АВТОМОБИЛЬНО-ДОРОЖНЫЙ ИНСТИТУТ
(ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ)

ЦЕНТР МЕТРОЛОГИИ, ИСПЫТАНИЙ И
СЕРТИФИКАЦИИ МАДИ(ГТУ)

В. Г. ПОПОВ

РАЗБИВКА ВИРАЖЕЙ, УШИРЕНИЯ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ, ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ КРИВЫХ, ПЕРЕСЕЧЕНИЙ И ПРИМЫКАНИЙ

ПОСОБИЕ
ДЛЯ МАСТЕРОВ И ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ
РАБОТ ДОРОЖНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ

Москва 2001

УДК 625.72
ББК 39.311

Попов В. Г. Разбивка виражей, уширения проезжей части, горизонтальных кривых, пересечений и примыканий // Пособие для мастеров и производителей работ дорожных организаций /МАДИ(ГТУ) – М., 2001. – 152с.

Рецензенты: А.А. Неретин, А.С. Мясов

В пособии изложена методика проведения разбивочных работ при строительстве и реконструкции автомобильных дорог.

Рассмотрена детальная разбивка горизонтальных кривых прямоугольными координатами от тангенса, продолженными хордами и кратными кривыми. Вместо таблиц Митина Н.А. (на 478 стр.) прилагаются переработанные таблицы на 20 стр. для радиуса 100 м, полнота, надежность и удобство пользования которыми гарантируется.

Дана разработка виража, которая дает возможность определять взаимосвязанные превышения бровок земляного полотна с бровками обочин и кромками проезжей части. Приведенное в пособии математическое обеспечение позволяет создать иную программу по разбивке виража и уширению проезжей части.

Приводится детальная разбивка пересечений и примыканий переходными и коробовыми кривыми. Дана разработка с математическим и табличным обеспечением по сопряжению примыканий с внутренней стороны горизонтальной кривой главной дороги.

Рассмотрена разбивка земляного полотна, порядок составления рабочих чертежей и закрепление трассы подрядной строительной организацией. В пособии рассматриваются конкретные примеры, для которых выполнено решение и чертежи.

Пособие не заменяет СНиПы и другие нормативные документ, и предназначено для оказания помощи инженерно-техническому составу при строительстве автомобильных дорог.

Пособие подготовлено и издано при содействии и активном участии начальника управления строительства и реконструкции автомобильных дорог и искусственных сооружений Росавтодора Минтранса России И.В. Черкасова, Центра метрологии испытаний и сертификации, а также коллектива кафедры дорожно-строительных материалов МАДИ(ГТУ).

© В.Г. Попов, 2001.
© Московский государственный автомобильно-дорожный институт (технический университет), 2001.

Глава 1. ОБЩИЕ ОСНОВЫ ГЕОДЕЗИИ

Задачи инженерно-геодезического обеспечения:

1. Вынос трассы на местность.
2. Разбивка кривых на углах поворота, пересечениях, примыканиях и т.д.
3. Разбивка котлованов для искусственных сооружений.
4. Разбивка на местности насыпей, выемок, полувыемок.
5. Съемка профилей для составления исполнительной документации.
6. Тахеометрическая съемка местности для составления генпланов, площадок и частных решений.

При выполнении дорожных работ применяются геодезические приборы: теодолиты, нивелиры, гониометры, буссоли, нивелирные рейки, мерные ленты и рулетки.

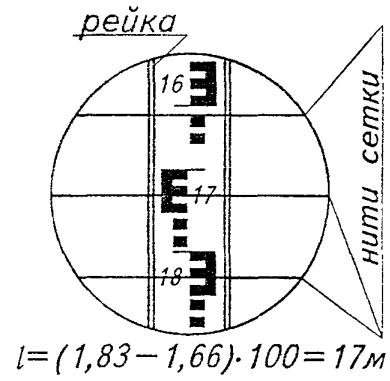
1.1. Линейные измерения

Для измерения линий используют мерные стальные ленты длиной 20, 30, 50 м, рулетки длиной 5, 10, 20 м, а также геодезические приборы, имеющие нитяной дальномер.

Мерная стальная лента Л3 длиной 20м имеет метровые деления, отмеченные пластинками с цифрами, полуметровые–заклепками и дециметровые–отверстиями.

Измерение расстояний выполняется двумя рабочими по провешенной трассе. Общая длина измерений трассы определяется по формуле

$$L = 100\,n + 20\,m + r,$$



где n – количество передач шпилек;

m – число шпилек у заднего реечника;

r – остаток измерений, м.

Расстояние между точками можно определить по дальномеру–прибору для измерения расстояния косвенным путем, т. е. без использования измерения расстояния лентами.

Нитяной дальномер имеют теодолиты, нивелиры, кипрегели.

Для измерения прибор устанавливают в рабочее положение на одной точке, а на другой (других) размещают вертикально нивелирную рейку. Визируют отсчеты по рейке на высоте прибора по нижней и верхней нитям сетки.

$$L = kn\cos\gamma + c,$$

где k –коэффициент дальномера (обычно в геодезических приборах $k = 100$);

n – разность отсчетов по нижней и верхней нитям сетки;

γ – угол наклона линий визирования к горизонту;

c – постоянная дальномера (обычно ее не учитывают, и она равна ≈ 0).

1.2. Угломерные приборы

Для определения азимутов и румбов, а также измерения ординат точек на кривой от тангенса под углом 90° служат простейшие приборы типа буссоли, гониометра. Для измерения ординат под углом 90° может также использоваться жесткий, деревянный прямоугольный треугольник размером 1,4×0,6×1,52м. Прямоугольные треугольники можно изготавливать из иных материалов и других геометрических размеров, но так, чтобы зависимость длин сторон соответствовала формуле $a^2 + b^2 = c^2$, т. е. сумма квадратов катетов $a^2 + b^2$ была равна квадрату гипотенузы c^2.

Направление трассы определяется по азимуту и румбу.

Азимут–угол, отсчитываемый по ходу часовой стрелки от северного направления осевого меридиана до ориентировочной прямой линии. Азимут измеряется от 0 до 360°.

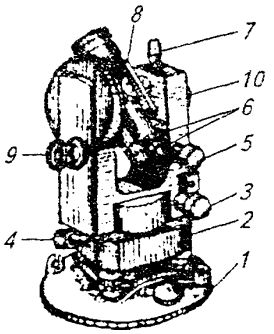
Румб–угол, составленный ориентируемой прямой с ближайшим направлением северного (с) или южного (ю) меридиана.

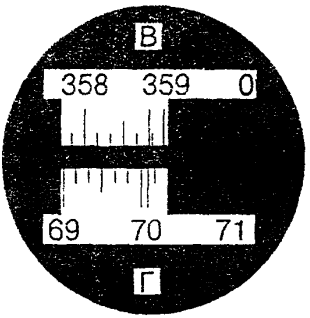
Зависимость между азимутом и румбом дана по четвертям круга.

Четверть	I	II	III	IV
Азимут (А)	0...90°	90...180°	180...270°	270...360°
Румб	СВ:А	ЮВ:(180°-А)	ЮЗ:(А-180°)	СЗ:(360°-А)

Для выноса трассы на местность используют теодолиты Т30, 2Т30, Т15 и т д

Для разбивки трассы и измерения углов поворота при строительстве дорог наиболее часто используют теодолит Т30.





Теодолит Т30 состоит из следующих основных частей:

1. платформы;
2. триггера с тремя подъемными винтами;
3. наводящего винта алидады;
4. наводящего винта лимба;
5. наводящего винта зрительной трубы;
6. окуляров зрительной трубы и микрометра;
7. закрепительного винта трубы;
8. визира;
9. зеркала;
10. кремальера.

В верхней части микроскопа, обозначенной буквой «В», видны изображения штрихов вертикального лимба, а в нижней части, отмеченной буквой «Г»– штрихи горизонтального лимба. Зрительная труба вращается в колонках и может переводиться через «зенит», т. е. на 180°.

Проверки и юстировки теодолита

Перед началом геодезических работ на местности выполняются поверки теодолита с целью выявления постоянных геометрических параметров прибора.

Зрительная труба может быть наведена на предмет при положении вертикального лимба справа от наблюдателя (сокращенно КП – круг права) или слева (сокращенно КЛ – круг лева). Перевод трубы из положения КП к положению КЛ осуществляется поворотом ее через «зенит».

Поверка теодолита

1. Ось цилиндрического уровня при алидаде горизонтального лимба должна быть перпендикулярна к вертикальной оси вращения прибора.

Пузырек уровня устанавливают двумя подъемными винтами в среднее положение между штрихами. Затем поворачивают прибор вокруг вертикальной оси на 180°. При отклонении пузырька от среднего положения одну половину его (отклонения) устраняют исправительными винтами уровня, а вторую – подъемными винтами триггера. Далее трубу прибора поворачивают на 90° и третьим подъемным винтом приводят пузырек уровня на середину между штрихами. Поверку повторяют до тех пор, пока при повороте прибора на 180° смещение пузырька уровня будет не более половины деления между штрихами.

2. Вертикальная нить сетки должна быть установлена отвесно.

Зрительную трубу наводят на отвес, находящийся на расстоянии 2...10 м от прибора. При несовпадении вертикальной нити сетки с нитью отвеса снимают колпачок зрительной трубы и исправительными винтами разворачивают сетку до вертикального положения.

3. Визирная ось зрительной трубы должна быть перпендикулярна к ее горизонтальной оси вращения. Это явление называется коллимационной ошибкой. Для выявления этой ошибки необходимо:

3.1. Снять отсчет при $КП_1$ и $КЛ_1$, наводя трубу на точку, удаленную на расстояние 50...70 м от прибора.

3.2. Ослабить закрепительный винт горизонтального лимба, повернуть прибор на 180° и снова закрепить винт.

3.3. Навести трубу на ту же точку и снять отсчет при $КП_2$ и $КЛ_2$ по горизонтальному лимбу.

Величину коллимационной ошибки С определяют по формуле

$$2C = \frac{(КП_1 - КЛ_1 \mp 180°) + (КП_2 - КЛ_2 \mp 180°)}{2}.$$

Для исправления ошибки необходимо:

а. установить наводящим винтом алидады по горизонтальному кругу отсчет, определяемый по формуле $КП_1 = КП_2 - С$;

б. исправительными винтами совместить перекрестие сетки с ранее выбранной точкой;

в. повторить вторую поверку.

4. Определить место нуля МО вертикального круга.

При этой поверке надо добиться отсчета равного нулю по вертикальному лимбу. В этом случае пузырек уровня будет на середине, а визирная ось зрительной трубы совпадает с горизонтальной плоскостью. Место нуля определяют визированием на одну и ту же точку при двух положениях круга (КП, КЛ) по формуле

$$МО = \frac{КП + КЛ + 180^\circ}{2}.$$

К отсчету КП (КЛ) меньшему 90°, прибавляется 360°, и затем используют эту формулу.

Для исправления МО необходимо установить по вертикальному кругу отсчет КЛ – МО и смещением исправительными винтами перекрестия сетки вверх или вниз добиваются совмещения с выбранной точкой.

5. Горизонтальная ось вращения трубы должна быть перпендикулярна к вертикальной оси прибора.

Трубу теодолита наводят на точку «А» под углом 30...60° на удалении 20...30 м, при круге право (КП) трубу переводят вниз на поверхность доски (фанеры, камня) и отмечают новую точку «В». Затем трубу переводят через «зенит», открепляют алидаду, наводят центр нитей на ту же точку «А», опускают трубу вниз на поверхность доски и отмечают точку «$В_1$». Если точки В и $В_1$ совпадают или не выходят за пределы бессектора, то наклон горизонтальной оси допустим. В противном случае прибор отправляют на завод.

Построение и измерение углов теодолитом

Измерение углов поворота выполняют несколькими способами.

1. Способ приемов

В вершине угла (точка 2) прибор центрируют над точкой и горизонтируют по трем винтам триггера.

При КП (первый полуприем) трубу наводят на точку 1 и записывают отсчет по горизонтальному кругу $\alpha_1 = 137^\circ 26'$. Открепляют алидаду, визируют трубу на точку 3 и записывают отсчет $\alpha_2 = 102^\circ 41'$. Определяют величину угла «β» по формуле $\beta_1 = \alpha_1 - \alpha_2 = 136^\circ 26' - 102^\circ 41' = 35^\circ 12'$.

При втором полуприеме (КЛ) смещают лимб на 2...3° и выполняют те же действия, что при КП.

$$\alpha_3 = 139°18', \alpha_4 = 104°07',$$

$$\beta_2 = \alpha_3 - \alpha_4 = 139°18' - 104°07' = 35°11',$$

$$\beta_{ср} = \frac{\beta_1 + \beta_2}{2} = \frac{35°12' + 35°11'}{2} = 35°11,5'$$

2. Способ от нуля

Прибор устанавливается в рабочее положение над точкой 2 вершины угла поворота Нуль алидады совмещают с нулем лимба и визируют трубу прибора на точку 1 (отсчет $\alpha_0 = 0°00'$). Алидаду открепляют, визируют на точку 3, и считывают отсчет $\alpha = 35°11'$. Полученный отсчет на точку 3 будет равен измерительному углу поворота.

Способ «от нуля» широко применяется при тахеометрической съемке, а также для контроля измерения углов другими способами.

Углом поворота трассы принято считать угол между продолжением старого направления и новым направлением (внешний угол). При повороте трассы влево угол вычисляют по формуле

$$\alpha = 180° - \beta,$$

при повороте вправо

$$\alpha = \beta - 180°,$$

где β – угол, измеренный прибором.

Записи полевых измерений углов поворота производят в угломерном журнале.

1.3. Нивелирование

Определение разности высот между точками трассы выполняется нивелирами.

В высотном отношении трассу закрепляют реперами, которые могут быть временными и постоянными. Постоянные реперы имеют абсолютные отметки. За нулевую отметку в Российской Федерации принята отметка Кронштадтского футштока при среднем уровне поверхности воды Балтийского моря.

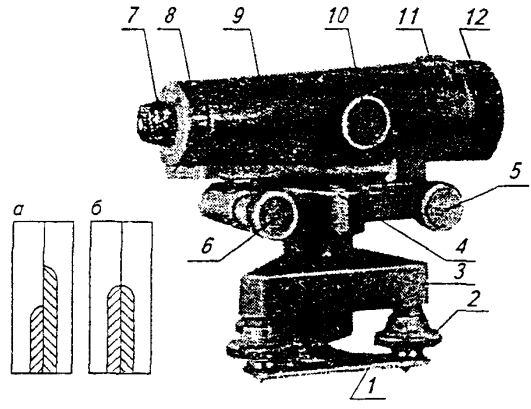
Проектная дорожная документация, как правило, составляется в условных отметках от временных реперов, которые устанавливаются изыскательскими партиями и подрядными строительными организациями у искусственных сооружений, глубоких (высоких) выемок (насыпей) и т. д.

Нивелиры по точности измерений делятся на 3 группы:

1. Высокоточные (Н–0.5).
2. Точные (Н–3,НГ).
3. Технические (Н–1ОЛ).

Наибольшее применение у дорожников имеет нивелир Н–3, предназначенный для нивелирования III и IV классов.

Устройство нивелира Н-3



Нивелир Н-3 является «глухим», так как зрительная труба жестко соединена с осью вращения прибора. Нивелир состоит из следующих частей:

1. пружинной пластины;
2. подъемных винтов;
3. триггера;
4. круглого уровня;
5. наводящего винта,
6. элевационного винта,
7. окуляра;
8. съемной крышки;
9. зрительной трубы;
10. кремальера;
11. визира;
12. Объектива.

Поверка нивелира

1. Призмы, передающие изображение пузырька, должны быть установлены правильно.

Подъемными винтами приводят пузырек в ноль-пункт, наблюдая в окно защитной коробки. Если придут в контакт концы пузырька в поле зрения трубы, то условие выполнено.

2. Ось круглого уровня должна быть параллельна оси вращения прибора.

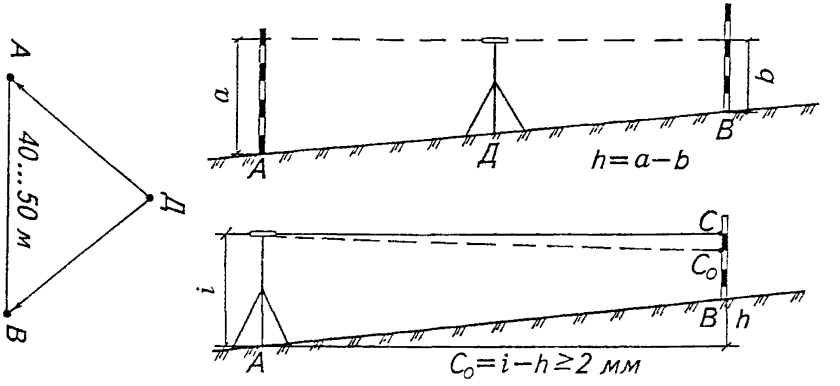
Трубу прибора устанавливают двумя подъемными винтами путем вывода пузырька на середину круглого уровня. Поворачивают трубу на 180°. Если пузырек уровня смещается от центра, то половину смещения устраняют исправительными винтами уровня и после этого поверку повторяют.

3. Одна из нитей сетки должна быть перпендикулярна, а другая параллельна оси вращения трубы. На расстоянии 10...20 м от прибора устанавливают рейку и наводящим винтом смещают трубу влево (вправо). Если отсчет не изменяется, то условие выполнено. Вертикальность сетки проверяют по отвесу, нить которого должна совпадать с вертикальным штрихом сетки. Если условие по горизонтальной и вертикальной нитям не выполняется, то исправление производится закрепительными винтами сетки.

4. Ось цилиндрического уровня должна быть параллельна оси трубы– главное условие нивелира.

4.1. Из середины дважды определяют превышение h между точками «А» и «В» ($h = a - b$).

4.2. Нивелир переносят в точку «А», измеряют высоту инструмента i и берут отсчет по рейке на точке «В» с = l – b.



Правильный результат c_0 должен быть c_0 = l – h. a, b – отсчеты по рейке из середины в точках «А» и «В». Если разница между отсчетами с – c_0 не более 2 мм, то условие выполнено. В противном случае нужно элевационным винтом среднюю нить сетки переместить на c_0, а затем исправительными винтами уровня привести изображение его концов в контакт. Это условие проверяется каждый раз перед началом работ.

Нивелирная рейка

Рейки, предназначенные для технического нивелирования, имеют сантиметровые деления черного и красного цвета, нанесенные делительной машинкой или по трафарету. На черной стороне рейки пятка имеет нулевой отсчет, а на красной – произвольный (4687, 4787), что позволяет осуществлять контроль по одинаковой разнице цифровых отсчетов. Надписи на рейках делают через 1 дм в перевернутом виде, чтобы при наблюдении в зрительную трубу иметь их правильное изображение. Каждый дециметр при разбивке на сантиметры сгруппирован в фигуру, похожую на букву Е и отдельные шашки шириной по 10 мм. Против каждого дециметра наносится цифра. Отсчеты по рейке берутся с точностью до 1 мм.

Требования к рейке

1. Деления и цифры должны быть четкими и ясно видимыми в трубу.
2. Пятка рейки должна иметь окантовку.
3. Крепление раздвижных реек должно обеспечивать их единство по дли не.

В процессе транспортировки и работы избегать нагрузок тяжестями. Предохранять от ударов, царапин, загрязнений и влаги Рейка с точки на точку должна переноситься рабочим на плече ребром.

Процесс нивелирования

Место установки нивелира выбирается так, чтобы с него хорошо просматривались все точки нивелирования, на удалении до 100 м от прибора. Прибор устанавливается в стороне или створе трассы на равных расстояниях от задней или наиболее удаленной передней точки. Остальные точки называются промежуточными. Рейка на точке устанавливается на колышек отвесно по уровню или отвесу. В противном случае рейку слепка покачивают перед собой, а отсчет берется меньший по средней нити сетки. Задняя точка должна иметь известную отметку.

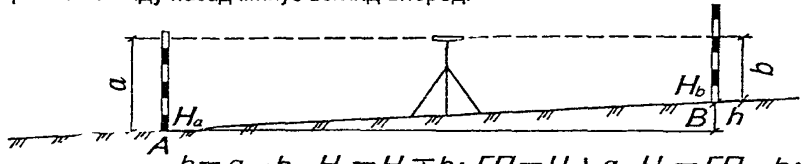
Превышения между точками определяются двумя способами геометрического нивелирования:

1. нивелированием из середины;
2. нивелированием вперед.

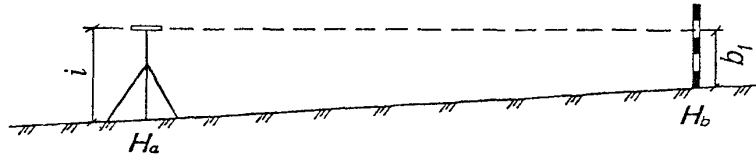
При нивелировании из середины превышение h передней точки В над задней А определяется по формуле

$$h = a - b.$$

Эту формулу выражают словами: превышение передней точки над задней равно взгляду назад минус взгляд вперед.



$h = a - b,\ H_b = H_a \mp h;\ ГП = H_a + a,\ H_b = ГП - b;$



$h = i - b_1,\ H_b = H_a \pm h;\ ГП = H_a + i,\ H_b = ГП - b_1$

Зная отметку H_a, можно определить отметку H_b

$$H_b = H_a \mp h$$

Превышение считается положительным +h, если отсчет «a» более отсчета «b». Если превышение отрицательное –h, то отсчет «a» меньше отсчета «b».

Вычисление отметок можно производить по горизонту прибора (ГП).

Отметка ГП равна отметке задней точки H_a плюс отсчет по рейке «a»

$$ГП = H_a + a.$$

Отметки последующих точек на станции равны горизонту прибора (ГП) минус отсчет по рейке «b »

$$H_b = ГП - b.$$

При нивелировании «вперед» прибор устанавливают над точкой с известной отметкой H_a, определяют высоту инструмента i рейкой (рулеткой) и берут отсчет на точке b_1

$$h = i - b_1; \quad H_b = H_a \mp h.$$

Превышение равно высоте инструмента минус отсчет на переднюю рейку.

Горизонт прибора (ГП) при нивелировании «вперед» определяется

$$ГП = H_a + i; \quad H_b = ГП - b_1.$$

Во избежание ошибок при счете отсчетов рекомендуется отсчеты на опорных точках снимать по черной и красной стороне рейки.

Наибольшее предпочтение отдается нивелированию из середины.

Нивелированию по трассе подлежат: пикеты, «плюсовые» и опорные точки (пересечения с железными и автомобильными дорогами), точки поперечников и другие. Для определения отметки передней точки необходимо на заднюю известную $Р_П$ и переднюю ПК 1 + 00 установить рейку черной стороной к прибору, взять отсчет по задней 0803 и передней 1848 рейками; произвести запись в графы 2 и 4 журнала продольного нивелирования (чертеж 1). По сигналу наблюдателя рабочие поворачивают рейки, не снимая пятки с точек красной стороной, и считывают отсчеты 5584 и 6633, которые записывают в графы 2 и 4.

По сигналу наблюдателя задний реечник поочередно устанавливает рейку черной стороной на промежуточные точки ПК 0 + 00 , ПК 0 + 70 , далее считываются отсчеты и записываются в графу 3 журнала. По отсчетам определяют превышения.

$$(ПК\,1 + 00) \quad h_{черн} = 0803 - 1848 = -1045 \text{ мм}$$

$$h_{красн} = 5588 - 6633 = -1045 \text{ мм}$$

$$(ПК\,0 + 00) \quad h_{черн} = 0803 - 1417 = -614 \text{ мм}$$

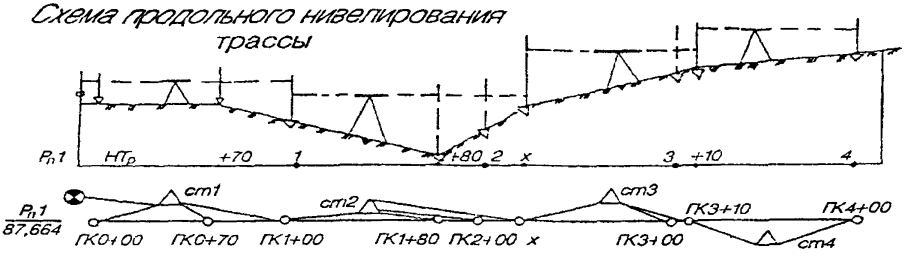
$$(ПК\,0 + 70) \quad h_{черн} = 0803 - 1197 = -394 \text{ мм}$$

Полученные результаты вписываются в соответствующие графы «Превышение» журнала.

По указанию наблюдателя задний реечник переходит на переднюю точку другого участка и устанавливает рейку черной стороной к прибору. Передний реечник на точке ПК 1 + 00 остается на месте. Наблюдатель переходит на станцию 2, на которой работа реечников и наблюдателя организуется в аналогичном порядке.

Точки, на которых производятся наблюдения по двум сторонам рейки, называются связующими (ПК 1 + 00 , ПК 3 + 70 и т. д.).

Промежуточные точки (ПК 0 + 00 , ПК 0 + 70 и т. д.) нивелируют с одной станции только по черной стороне рейки. Вычисление отметок связующих и промежуточных точек, постраничный контроль выполняются в камеральных условиях.



Журнал продольного нивелирования

А Вычисление отметок по превышениям

Наименование точки	Отсчет по рейке, мм			Превышение, мм				Горизонт прибора	Отметка точки, м
				вычисление		среднее			
	задний	промежуточный	передний	+	-	+	-		
	803								87,664
	5588								
P_n	4785								
ПК0+0		1417			0614				87,050
ПК0+70		1197			0394				87,270
ПК1+0			1848						
			6633		1045				
			4785		1045		1045		86,619
ПК1+00	0618								
	5402								
	4784								
ПК1+80		2198	-		1580				85,039
ПК2+00		1998			1380				85,239
X			0483						
			5267	0135		0135			
			4784	0135					86 754
X	2511								
	7296								
	4785								
ПК3+00		724		1787					88,541
ПК3+10			0517						
			5302	1994					
			4785	1994		1994			88,748
ПК3+10	2035								
	6819								
	4784								
ПК4+00			1012						
			5796	1023		1023			89,771
			4784	1023					
	5967		3860						
Σh	25105		22998			3152	1045		
	31072		26858						

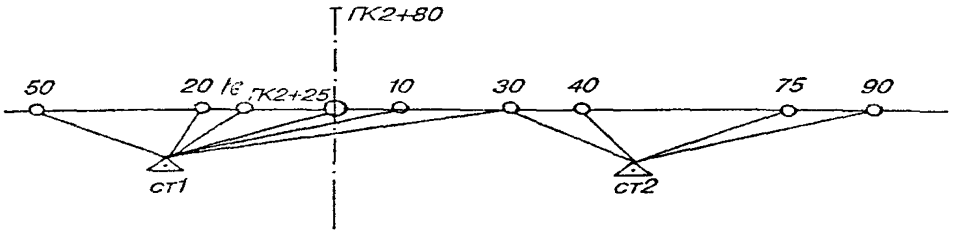
Контроль: 5967-3860=2107 мм; 3152-1045=2107 мм; $H_к$-$H_н$=89771-87664=2107 мм;
25105-22998=2107 мм
$2\Sigma h=\Sigma З-\Sigma П$=31072-26858=4214 мм; Σh=42142=2107 мм

Б. Вычисление отметок по линии визирования

Наименование точки	Отсчет по рейке, мм			Превышение, мм				Горизонт прибора	Отметка точки, м
	задний	промежуточный	передний	вычисление		среднее			
$P_п$	803							88,467	87,664
ПК0+0		1417							87,050
ПК0+70		1197							87,270
ПК1+0			1848						86,619
ПК1+0	0618							87,237	
ПК1+80		2198							85,039
ПК2+00		1998							85,239
X			0483						86,754
X	2511							89,265	
ПК3+0		0,724							88,541
ПК3+10			0.517						88,748
ПК3+10	2035							90,783	
ПК4+0			1012						89,771
Σh	5967		3860						

Контроль: 5967-3860=2107 мм; $H_к$-$H_н$=89,771-87,664=2107 мм

Схема поперечного нивелирования



Отметка точки ПК2+25–85,082 м

Журнал поперечного нивелирования

Пикет	Расстояние, м		Отсчет по рейке, мм			Горизонт прибора	Отметка точки, м
	Влево	Вправо	Задний	Промежуточный	Передний		
2+25			1645			86,727	85,082
	16			2110			84,617
	20			2448			84,279
	50			2532			84,195
		10		1045			85,682
		30			0.552		86,205
		30	2484			88,689	
		40		1831			86,858
		75		1210			87,479
		90			0,628		88,061
Σh			4129		1150		

Контроль:
1. 4129-1150=2979 мм
2. 88061-85082=2979 мм

Чертеж 1

Постраничный контроль журнала выполняется по формулам

1. $2\Sigma h = \Sigma$ З $- \Sigma$ П=31072–26858=4214 мм,
   Σh=4214:2=2107 мм.

2. $\Sigma h = \Sigma + h - \Sigma - h$=3152–1045=2107 мм.

3. $H_{кон} - H_{нач}$=89?71–87,664=2,107м=2107 мм.

Для постраничного контроля необходимо каждую страницу журнала начинать записью отсчета по рейке на заднюю точку и заканчивать отсчетом по передней рейке.

По данным журнала продольного нивелирования строится продольный профиль трассы или продольные профили конструктивных слоев земляного полотна и дорожной одежды при составлении исполнительной документации.

При построении профилей вертикальный масштаб принимают в 10 раз крупнее горизонтального. Нивелирование поперечных профилей производится на пикетах, «плюсовых» точках, в местах съездов, переездов (чертеж 1).

Съемка поперечного профиля производится так же, как и съемка продольного нивелирования. За отметку «задней» точки принимаются пересечения с осью трассы, пикеты и т. д.

Отсчеты берутся только по черной стороне рейки, а отметки вычисляются по горизонту прибора ГП. На поперечнике намечают точки: «заднюю» 85,082 и в местах изменения профиля местности. Между ними измеряют расстояние и вписывают в журнал поперечного нивелирования влево (16, 20, 50 м), вправо (10, 30, 40, 75, 90 м). Считывают отсчеты по задней рейке (1645 мм) и на промежуточных точках (2110, 2448 мм и т. д.).

По полученным отсчетам определяют:

1. Горизонт прибора ГП =85,082+1,645=86,727 м.
2. Отметки точек поперечного профиля на станции 1.

влево
$$\begin{cases} H_{16} = ГП - b_{16} = 86,727 - 2,110 = 84,617 \text{ м} \\ H_{20} = ГП - b_{20} = 86,727 - 2,448 = 84,279 \text{ м} \\ H_{50} = ГП - b_{50} = 86,727 - 2,532 = 84,195 \text{ м} \end{cases}$$

вправо
$$\begin{cases} H_{10} = ГП - b_{10} = 86,727 - 1,045 = 85,632 \text{ м} \\ H_{30} = ГП - b_{30} = 86,727 - 0,522 = 86,205 \text{ м} \end{cases}$$

На станции 2 счисление отсчетов и определение отметок выполняют в таком же порядке, как на станции 1, но за задний отсчет принимается отметка точки, удаленной вправо от оси на 30 м (отм. 86,205).

Проверка правильности отметок точки выполняется:

1. Σ З $- \Sigma$ П=4219–1150=2979 мм=2,979 м.
2. $H_{кон} - H_{нач}$=88,061–85,082=2,979 м.

По вычисленным отметкам строятся поперечные профили местности (при реконструкции существующего земляного полотна) для конструирования земляного полотна и определения поперечных площадей при подсчете объема земляных работ.

Поперечные профили строятся с одинаковым вертикальным и горизонтальным масштабами.

Съемка поперечных профилей производится в границах полосы отвода, застройки («красных линий») населенных пунктов, на длину съездов (переездов, скотопрогонов) и т.д. При реконструкции автомобильных дорог для правильного определения интерполированных отметок съемка должна выполняться, как минимум, на расстоянии ненарушенных отметок местности.

Правила обращения с геодезическими приборами

1. Хранить в сухом отапливаемом помещении при температуре не ниже +5 °С.
2. К месту работ доставлять в футляре.
3. Оберегать приборы от толчков и ударов.
4. Перед работой подъемные и наводящие винты привести в среднее положение.
5. Приборы закрепить становым винтом так, чтобы винты триггера вращались свободно.
6. Приборы в горизонтальном положении на штативе переносить нельзя.

Глава 2. ДЕТАЛЬНАЯ РАЗБИВКА ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ КРИВЫХ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ

2.1. Общие положения

Проектирование плана и продольного профиля дорог следует производить из условия наименьшего ограничения и изменения скорости, обеспечения безопасности и удобства движения. При назначении элементов плана и продольного профиля в качестве основных параметров следует принимать:

радиусы кривых в плане	– не менее 3000 м;
радиусы кривых в продольном профиле:	
выпуклых	– не менее 70000 м;
вогнутых	– не менее 8000 м;
продольные уклоны	– не более 30 ‰.

Однако на автомобильных дорогах часто местные условия не позволяют разместить кривые в плане расчетного радиуса. В этом случае должны приниматься предельно допустимые радиусы кривых в плане (табл. 10 СНиП 2.05.02–85). В рабочем проекте кривые в плане и связанные с ними дополнительные устройства по виражу, уширению проезжей части должны разрабатываться на чертежах каждого угла поворота.

Однако мастерам и прорабам в своей практической деятельности довольно часто приходится сталкиваться с разбивкой кривых в плане. Наибольшей популярностью у дорожников пользуются «Таблицы для разбивки кривых на автомобильных дорогах» Митина Н.А., которые не переиздавались с 1978г. В приложении 1 приводятся таблицы (табл. 1.1–1.3) для разбивки кривых в укрупненном виде, пересчитанные для радиуса 100 м. В таблицах приводятся значения основных элементов кривых (Т, К, Д, Б) через один градус, дополнения к основным элементам кривых при применении переходных кривых и прямо-

угольные координаты для детальной разбивки кривой от тангенса радиусами от 15 до 25000 м.

Промежуточные значения прямоугольных координат элементов кривой определяются по интерполяции смежных значений.

Для получения величин элементов кривых табличные значения Т, К, Д, Б для принятого угла поворота необходимо умножить на величину радиуса и разделить на 100.

Например: 1. Определить Т, К, Д, Б для $\alpha = 30°26'$, R=250 м.

R =100 м

а) $\alpha_1 = 30°$, T_1=26,80 м, К=52,36 м, Д=1,23 м, Б=3,53 м,

б) $\alpha_2 = 31°$, T_2=27,73 м, К =54,10 м, Д =1,36 м, Б =3,77 м,

R =250 м

в) $$\alpha = 30°26' - T_\phi = \left(\frac{27,73 - 26,80}{60} \cdot 26 + 26,80\right) \cdot \frac{250}{100} = 68,0 \text{ м},$$

$$К_\phi = \left(\frac{54,1 - 52,36}{60} \cdot 26 + 52,36\right) \cdot \frac{250}{100} = 132,780 \text{ м},$$

$$Д_\phi = \left(\frac{1,36 - 1,23}{60} \cdot 26 + 1,23\right) \cdot \frac{250}{100} = 3,22 \text{ м},$$

$$Б_\phi = \left(\frac{3,77 - 3,53}{60} \cdot 26 + 3,53\right) \cdot \frac{250}{100} = 9,08 \text{ м}.$$

Проверка: $Д_\phi = 2T_\phi - К_\phi = 68 \cdot 2 - 132,78 = 3,22$ м.

2. Определить прямоугольные координаты для разбивки кривой R=250 м, $\alpha = 30°26'$, $l_П$=80 м, $T_C = T + \Delta T$, Т=68 м, ΔT=40,26 м, T_C=68+40,26=108,26 м.

Промежуточное значение координат К=95 м.

X_{90}=89,64 м, Y_{90}=6,05 м,

X_{100}=99,40 м, Y_{100}=8,24 м,

$$X_{95} = \frac{99,40 - 89,64}{10} \cdot 5 + 89,64 = 94,52 \text{ м},$$

$$Y_{95} = \frac{8,24 - 6,05}{10} \cdot 5 + 6,05 = 7,14 \text{ м}.$$

К	X	Y	К	X	Y
20	20	0,07	80	79,80	4,27
40	39,99	0,53	90	89,64	6,05
60	59,95	1,80	95	94,52	7,14
70	69,90	2,86	100	99,40	8,24

3. Для обеспечения плавности, безопасности и комфортности движения следует предусматривать переходные кривые при радиусах кривых в плане 3000 м для дорог Iа(б) категорий, 2000 м и менее – дорог остальных категорий.

Наименьшую длину переходной кривой следует принимать (см табл. 1).

Таблица 1

Радиус круговой кривой, м	30	50	60	80	100	150	200	250	300	400	500	600...1000	1000...2000
Длина переходной кривой м	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	110	120	100

В Пособии рассматриваются разбивки кривых в плане прямоугольными координатами от тангенса, продолженными хордами (в стесненных условиях) и кратными кривыми (длинных кривых большого радиуса).

2.2. Разбивка горизонтальных кривых прямоугольными координатами от танге нса (чертеж 2)

1. Разбивка кривых радиусами более 2000 м на дорогах II...V категорий и радиусами более 600 м на дорогах I–с–б (в) и II–с–а (б) категорий.

1.1. По величине радиуса и угла поворота определяют основные элементы кривой – Т, К, Д, Б (табл. 1.1).

1.2. По величине радиуса определяют прямоугольные координаты X_i, Y_i для детальной разбивки кривой от тангенса (табл. 1.3).

Например: на автомобильной дороге I–с–б категории разбить кривую радиусом 800 м на угле поворота 25°.

Определить основные элементы кривой (табл. 1.1).

$$Т=22,17\cdot8=177,35 \text{ м}, \quad К=43,63\cdot8=349,06 \text{ м},$$

$$Д=0,705\cdot8=5,64 \text{ м}, \quad Б=2,428\cdot8=19,42 \text{ м}.$$

Проверка: $Д = 2Т - К = 2\cdot177,35-349,06=5,64$ м.

2. Определить прямоугольные координаты (табл. 1.3).

К	X	Y	К	X	Y
20	20	0,25	120	119,55	8,98
40	39,98	1,0	130	129,43	10,54
60	59,94	2,25	150	149,12	14,02
80	79,87	4,0	160	158,94	15,95
100	99,74	6,24	170	168,72	17,99

Подобным образом разбиваются горизонтальные кривые радиусом более 2000 м на дорогах II–V и I–с–а категорий с.

2. Разбивка горизонтальных кривых радиусом 2000 м и менее на дорогах II–V и I–с–а категорий, а также радиусом 600 м и менее на дорогах I–с–б (в) и II–с–а (б) категорий.

2.1 По радиусу кривой определяют величину переходной кривой (табл. 1).

2.2. Определяют основные элементы кривой Т, К, Д, Б (табл. 1.1)

2.3. Определяют дополнения $\Delta Т$, $\Delta Б$ к основным элементам кривой (табл. 1.2).

2.4. Определяют «суммированные» элементы кривой

$$Т_с = Т + \Delta Т, \quad К_с = К + l_п, \quad Д_с = Д + \Delta Д, \quad Б_с = Б + \Delta Б.$$

2.5. Определяют прямоугольные координаты для детальной разбивки кривой от «суммированного»тангенса (табл. 1.3).

Например: на автомобильной дороге I–с–б категории разбить горизонтальную кривую R=250 м с углом поворота α =25°.

Определяем величину переходной кривой (табл. 1) $l_П$=80 м.

Определяют основные элементы кривой (табл. 1.1)

Т=22,17·2,5=55,42 м, К=43,63 2,5=109,09 м,

Д=0,70·2,5=1,75 м, Б=2,42 2,5=6,05 м.

Проверка: Д = 2Т – К =2·55,42–109,09=1,75 м.

Определяют дополнения к основным элементам кривой (табл. 1.2)

$$\Delta Т = 40{,}21 \text{ м}, \quad \Delta З = 1{,}10 \text{ м},$$

$$\Delta Д = 2\Delta Т - l_П = 40{,}21 \cdot 2 - 80 = 0{,}42 \text{ м}.$$

Определяют «суммированные» элементы кривой

$$Т_с = Т + \Delta Т = 55{,}42 + 40{,}21 = 95{,}63 \text{ м},$$

$$К_с = К + l_п = 109{,}09 + 80 = 189{,}09 \text{ м},$$

$$Д_с = Д + \Delta Д = 1{,}75 + 0{,}42 = 2{,}17 \text{ м},$$

$$Б_с = Б + \Delta Б = 6{,}05 + 1{,}10 = 7{,}15 \text{ м}.$$

Проверка: $Д_С = 2Т_С - К_С$ =2·95,63–189,09=2,17 м.

Определяют прямоугольные координаты

K	*X*	*Y*	*K*	*X*	*Y*
20	20	0,07	65	64,92	2,33
30	30	0,23	70	69,90	2,86
40	39,99	0,53	75	74,85	3,56
50	49,98	1,04	80	79,80	4,27
60	59,95	1,80			

Разбивка горизонтальных кривых на местности

При разбивке кривых в соответствии с принятым интервалом устанавливают положение точек на кривой по оси дороги. На участках спусков и подъемов, а также на участках вертикальных кривых высотным размещением трассы пренебрегают, учитывая его при детальной разбивке земляного полотна в продольном профиле.

Чертеж 2

Исходные данные:

$\alpha=25^\circ$, $R=250$ м, $l_п=80$ м

$T=55,42$, $K=109,08$ м, $Д=1,76$ м, $Б=6,07$

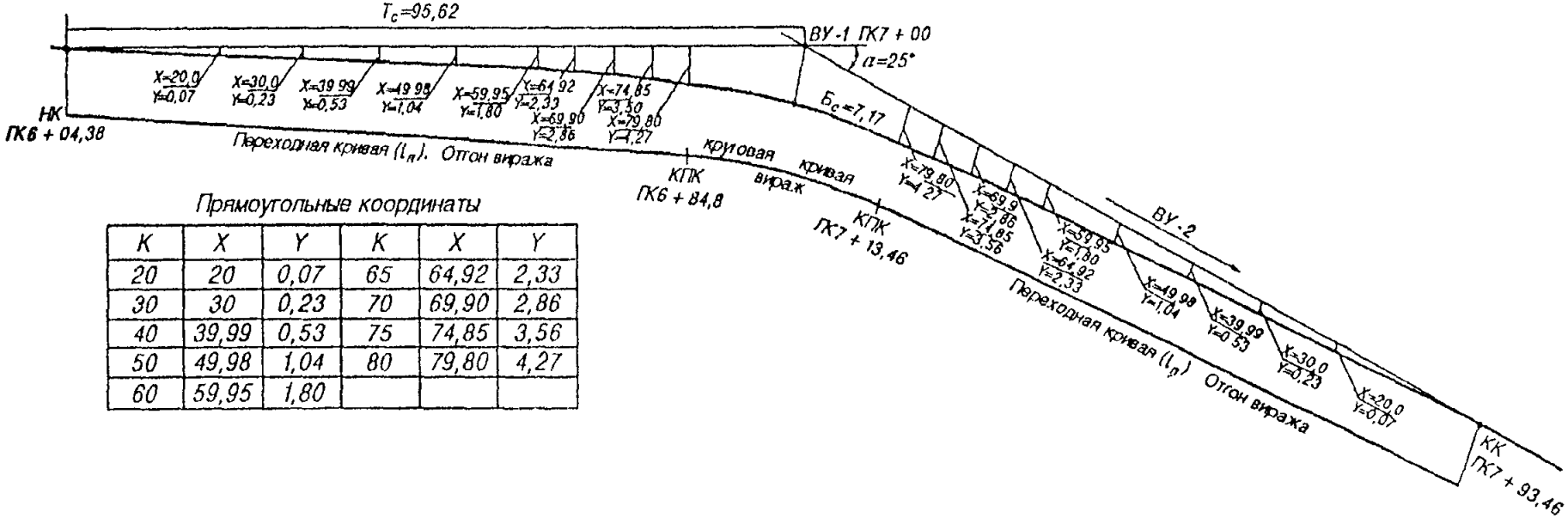
$\Delta T=40,20$ м, $\Delta K=l_п=80,0$ м, $\Delta Д=0,40$ м, $\Delta Б=1,10$ м

$T_с=95,62$ м, $K_с=189,08$ м, $Д_с=2,16$ м, $Б_с=7,17$ м

НК=700-95,62=ГК6+04,38

КК=НК+$K_с$=604,38+189,08=ГК7+93,46

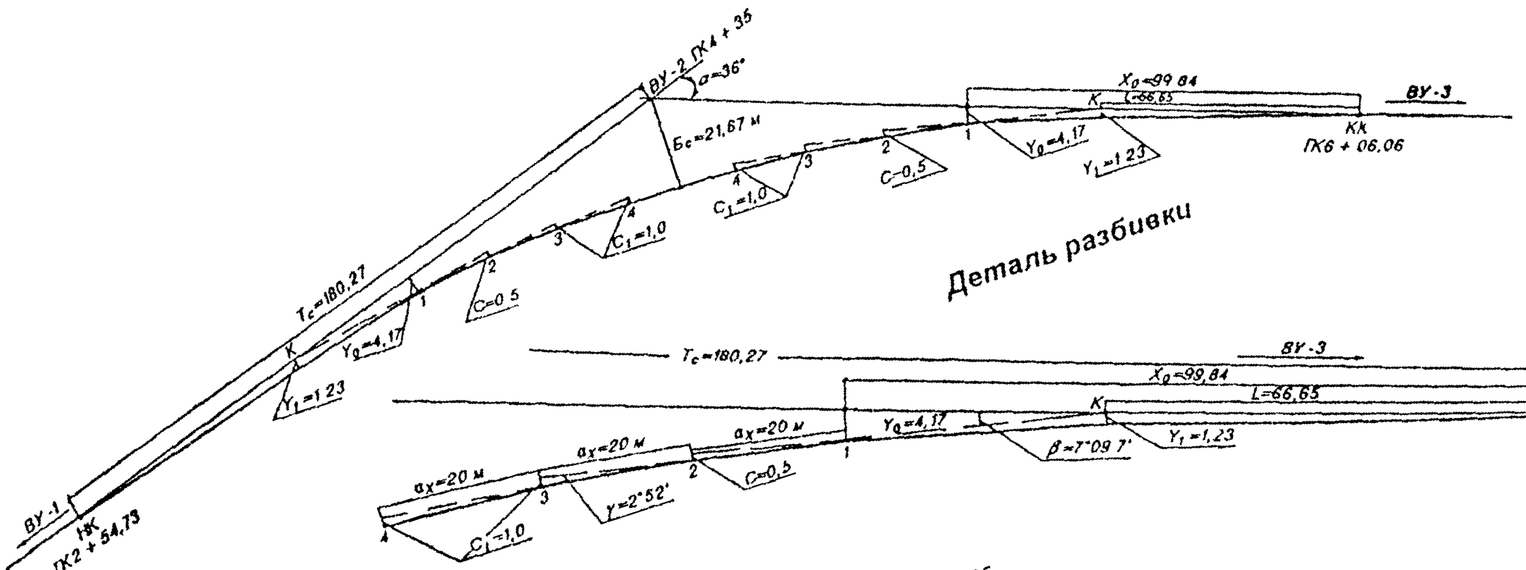
Проверка: $Д_с=2T_с-K_с=2\ 95,62-189,08=2,16$ м



Прямоугольные координаты

K	X	Y	K	X	Y
20	20	0,07	65	64,92	2,33
30	30	0,23	70	69,90	2,86
40	39,99	0,53	75	74,85	3,56
50	49,98	1,04	80	79,80	4,27
60	59,95	1,80			

Разбивка кривой продолженными хордами



Деталь разбивки

Исходные данные: R=400м, l_a=100 м, α=36°, ВУ3 - ПК4+35

Решение: Т=129,96 м, К=251,32 м, Д=8,6 м, Б=20,60 м
ΔТ=50,31 м, l_a=100,0 м, ΔД=0,62 м, ΔБ=1,09 м
$Т_с$=180,27 м, $К_с$=351,32 м, $Д_с$=9,22 м, $Б_с$=21,69 м
НК=435-180,27=ПК2+54,73
КК=НК+$К_с$=254,73+351,33=ПК6+06,06
Проверка: $Д_с$=2$Т_с$-$К_с$=2 180,27-351,32=9,22 м

Данные для разбивки: α=20 м, С=0,60 м, $С_1$=1,0 м, L=66,65 м
X_0=99,84 м, Y_0=4,17 м, β=7°09,7', γ=2°52'

Чертеж 3

1. В обе стороны от вершины угла поворота отмеряют величину тангенса («суммированного»тангенса) и закрепляют кольями, которые означают начало (НК) и конец (КК) кривой.

2. От «НК» («КК») к вершине угла поворота по тангенсу отмеряют абсциссу X_i. В полученной точке перпендикулярно к тангенсу откладывают ординату Y_i и получают точки на оси кривой K_i, которые закрепляют через 10...20 м вне границ работы дорожно-строительной техники. Каждую точку на оси кривой закрепляют кольями. При больших ординатах следует применять угломерный инструмент типа гониометра, теодолита, экера. Для этой цели можно использовать деревянный прямоугольный треугольник размером 0,6×1,4×1,52 м, жестко скрепленный в углах, или иметь шпагат с кольцами (d=8 мм) через 3, 4, 5 м.

3. На кривую выносят все пикеты, осевые и «плюсовые»точки. Пикеты по протяженности могут быть: нормальные – 100 м, рубленные – менее 100 м, до 50 м, неправильные – более 100 м, до 150 м.

Для детальной разбивки необходимо иметь мерную ленту, одну или две рулетки длиной 10, 20 м, угломерные приборы. Детальную разбивку должен выполнять мастер с двумя рабочими.

2.3. Разбивка горизонтальных кривых продолженными хордами (чертеж 3)

Этот способ, как правило, применяют при разбивке кривых в стесненных условиях или на закрытой местности.

1. От вершины угла поворота в обе стороны в створе трассы отмеряют величину тангенса и полученные точки НК, КК закрепляют кольями.

2. От «НК» («КК») отмеряют по тангенсу величину «X_0» (табл. 1.4.), в конце которой по перпендикуляру откладывают ординату «Y_0» (точка 1).

3. На участке «X_0» от «НК» («КК») отмеряют расстояние «L» (точка «К»).

4. Точку «К» соединяют по прямой с точкой 1 и на ее продолжении отмеряют величину принятой хорды (5, 10, 20 м), в конце которой по перпендикуляру откладывают величину крайнего перемещения «с» (точка 2 на кривой).

5. Точку 1 по прямой соединяют с точкой 2 и на ее продолжении откладывают величину хорды, в конце которой по перпендикуляру отмеряют величину промежуточного перемещения «c_1» (точка 3 на кривой).

6. Точку 2 по прямой соединяют с точкой 3, на продолжении откладывают величину хорды и по перпендикуляру отмеряют величину промежуточного перемещения «c_1» (точка 4 на кривой) и т. д. до середины кривой. Для получения исходных данных X_0, Y_0, с, c_1, а используют табл. 1.4.

Например: разбить кривую на дороге R=400 м, α=36°, $l_п$=100 м.

1. По табл. 1.1

Т=32,49·4=129,96 м, К=62,83·4=251,32 м,
Д=2,15·4=8,60 м, Б=5,15·4=20,60 м.

2. По табл. 1.2

ΔТ =50,31 м, ΔБ =1,09 м,

$$\Delta Д = 2\Delta T - l_п = 50{,}31 \cdot 2 - 100 = 0{,}62 \text{ м.}$$

$$T_c = T + \Delta T = 129{,}96 + 50{,}31 = 180{,}27 \text{ м,}$$

$$К_c = К + l_п = 251{,}32 + 10 = 351{,}32 \text{ м,}$$

$$Д_c = Д + \Delta Д = 8{,}6 + 0{,}62 = 9{,}22 \text{ м,}$$

$$Б_c = Б + \Delta Б = 20{,}6 + 1{,}09 = 21{,}69 \text{ м.}$$

Проверка: $Д_c = 2T_c - К_c$ $_c = 2 \cdot 180{,}27 - 351{,}52 = 9{,}22$ м.

Данные для разбивки из табл. 1.4:

$a = 20$ м, $c = 0{,}50$ м, $c_1 = 1{,}0$ м, $L = 66{,}65$ м,

$X_0 = 99{,}84$ м, $Y_0 = 4{,}17$ м.

2.4. Разбивка длинных кривых кратными кривыми (чертеж 4)

Кратными кривыми называют примыкающие друг к другу кривые одного радиуса, на которых разбивается длинная кривая, чтобы при детальной разбивке и выносе пикетов избежать длинных ординат.

За кратную кривую принимается кривая длиной 200 м. Целесообразно длинную кривую разбивать двумя полуветвями от «НК» («КК») к вершине угла поворота.

Длинная кривая, как правило, разбивается на 3 участка:

- участок кривой l_1 длиной, равной от «НК» до ближайшего целого пикета;
- участок кривой l_2 – сумма кратных кривых;
- участок кривой l_3, длина которого равна разности между длинной кривой и суммой длин кривых 1-го и 2-го участков.

Участок 1 может и не быть, если «НК» совпадает с целым нормальным пикетом.

1. По величине длин участков (l_1, $l_2 = 200$ м, l_3) и радиуса кривой определяют углы поворота каждого участка по формуле

$$\gamma_i = \frac{180 \cdot l_i}{\pi R}.$$

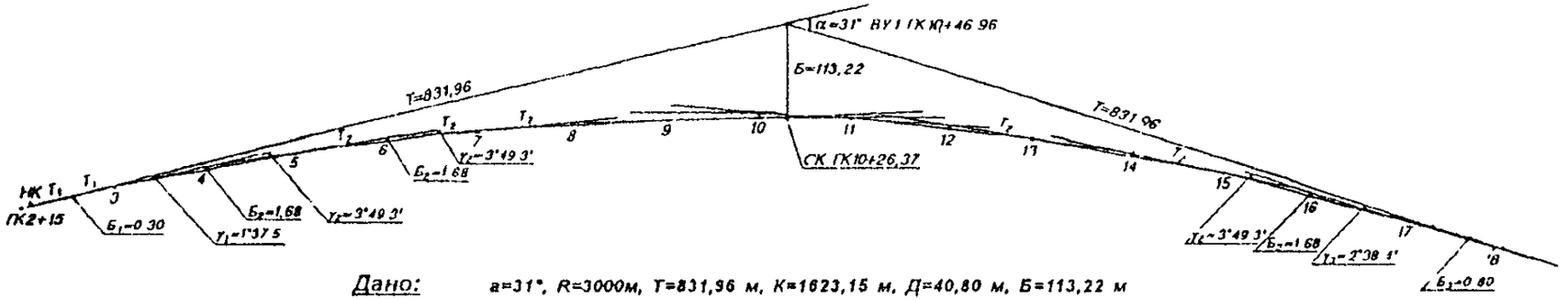
2. По величине угла поворота γ_i и радиуса R определяют для каждого участка и 200 м по табл. 1 элементы тангенса и биссектрисы (T_1, T_2, T_3, $Б_1$, $Б_2$, $Б_3$).

По углам поворота и вычисленным элементам выполняют разбивку длинной кривой.

Разбивка кривой

1. От вершины угла поворота в створе трассы отмеряют величину тангенса кривой Ти закрепляют кольями НК, КК.

2. От «НК» по направлению тангенса кривой отмеряют величину тангенса участка 1 (точка 1).



Дано: $\alpha=31°$, $R=3000$м, $T=831,96$ м, $K=1623,15$ м, $Д=40,80$ м, $Б=113,22$ м

$НК=ВУ-Т=ГК10+46,96-831,96=ГК2+15$

$КК=НК+К=ГК2+15+1623,15=ГК18+38,15$

$СК=НК+К/2=ГК2+15+1623,15/2=ГК10+26,37$

Решение: $K_1=ГК3-НК=ГК3+00-ГК2+15=85$ м, $K_2=200$ м, $K_3=1623,15-(85+7\cdot200)=138,15$ м

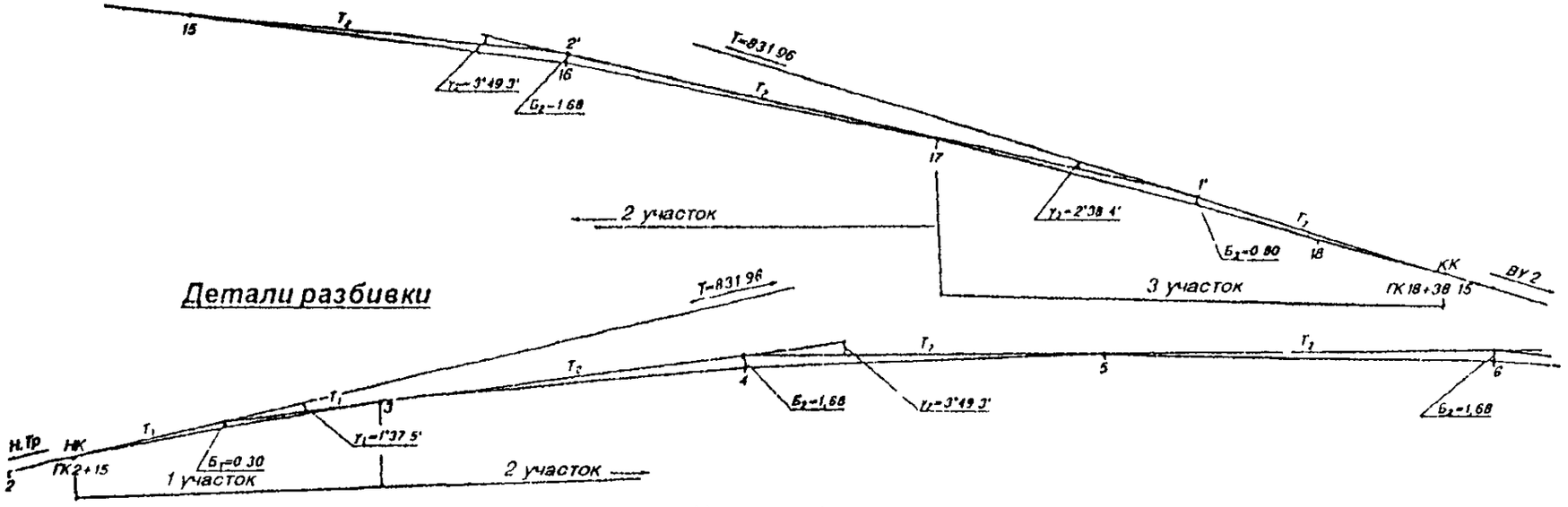
Контроль: $K=85+1400+138,15=1623,15$ м

$$\gamma_1=\frac{180\cdot K_1}{\pi\cdot R}=\frac{180\cdot 85}{3,14\cdot 3000}=1,6242°=1°37,5',\ T_1=42,54\text{ м},\ Б_1=0,30\text{ м}$$

$$\gamma_2=\frac{180\cdot K_2}{\pi\cdot R}=\frac{180\cdot 200}{3,14\cdot 3000}=3,822°=3°49,3',\ T_2=100,24\text{ м},\ Б_2=1,68\text{ м}$$

$$\gamma_3=\frac{180\cdot K_3}{\pi\cdot R}=\frac{180\cdot 138,15}{3,14\cdot 3000}=2,64°=2°38,4',\ T_3=69,10\text{ м},\ Б_3=0,80\text{ м}$$

Детали разбивки



Чертеж 4

3. В точке 1 устанавливают теодолит и с точностью до секунды разбивают угол γ_1, отмеряют биссектрису $Б_1$.

4. По направлению угла поворота γ_1 отмеряют расстояние, равное $T_1 + T_2$ (точка 2).

5. В точке 2 устанавливают теодолит, разбивают угол γ_2, отмеряют расстояние $T_2 + T_2 = 2T_2$ (точка 3) и откладывают биссектрису $Б_2$.

6. Во всех последующих точках 3, 4, 5 и т. д. повторяют разбивку кривых длиной 200 м на 2-ом участке по вышеизложенному способу на всей длине первой полуветви.

7. Вторую полуветвь (от точки «КК» до «СК») разбивают таким же способом с начала третьего участка по данным γ_3, T_3, $Б_3$.

8. Стыковка полуветвей на «СК» производится на двух смежных кратных кривых.

9. После 1-го участка (целого пикета) производится выноска пикетов, нумерация которых совпадает с началом, серединой и концом кратной кривой. На 3-ем участке пикеты выносятся обычным порядком прямоугольными координатами от тангенса с увязкой их нумерации на 2 участке.

10. На местности кольями закрепляют кривую через 20...40 м. Пикеты четные, начало («НК») и конец кривой «КК» закрепляют столбами, нечетные–кольями, которые выносятся вне границ работы дорожно-строительной техники.

Например: разбить кривую на дороге R=3000 м, α=31°, ВУ–ПК10+46,96.

1. По табл. 1.1 определяют элементы кривой

Т=27,73·30=831,96 м, К=54,10·30=1623,15 м,

Д=1,36·30=40,8 м, Б=3,77·30=113,22 м.

2. $НК = ВУ - Т$ =1046,96–831,96=215 м или $ПК\ 2 + 15$.

3. $КК = НК + К$ =215+1623,15=1838,15 м или $ПК\ 18 + 38,15$.

4. $СК = НК + \frac{К}{2}$ = 215+$\frac{1623,15}{2}$=1026,37 м или $ПК\,10 + 26,37$.

5. Определяют длину участков

$l_1 = ПК\ 3 - ПК\ 2 + 15 = 85$ м, $l_2 = 200 \cdot 7 = 1400$ м,

$l_3 = К - (l_1 + n \cdot 200) = 1623,15 - (85 + 7 \cdot 200) = 138,15$ м.

Контроль:

$К = l_1 + n \cdot 200 + l_3 = 215 + 7 \cdot 200 + 138,15 = 1623,15$ м.

6. Определяют углы поворота и элементы кривых на участках

$$\gamma_1 = \frac{180 \cdot l_i}{\pi R} = \frac{180 \cdot 85}{3,14 \cdot 3000} = 1,6242^\circ = 1^\circ 37' 27'',$$

по табл. 1.1 – $T_1 = 42,51$ м, $Б_1 = 0,30$ м,

$$\gamma_2 = \frac{180 \cdot 200}{3,14 \cdot 3000} = 3,822^\circ = 3^\circ 49' 19'',$$

по табл. 1.1 – $Т_2 = 100,24$ м, $Б_2 = 1,68$ м,

$$\gamma_3 = \frac{180 \cdot 138,15}{3,14 \cdot 3000} = 2,64^\circ = 2^\circ 38' 24'',$$

по табл. 1.1 – $Т_3 = 69,10$ м, $Б_3 = 0,80$ м.

По углам поворота и элементам кривых на участках разбивают длинную кривую.

2.5. Определение основных элементов горизонтальных кривых и прямоугольных координат по формулам

1. Круговая кривая

$$Т = R\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2};\ К = \frac{\pi R\alpha}{180};\ Б = R\left(\sec\frac{\alpha}{2} - 1\right);$$

$$Д = 2Т - К;\ X_i = R\sin\beta_i;\ Y_i = R(1 - \cos\beta_i).$$

2 Круговая кривая с переходной кривой

Основные элементы круговой кривой Т, К, Д, Б определяют по вышеприведенным формулам, а дополнения к ним в связи с вводом переходной кривой по формулам:

$$\Delta Т = \rho\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2} + l_п - \frac{l_п^3}{240\,R^2};\ \Delta Б = \rho\sec\frac{\alpha}{2};$$

$$\Delta Д = 2\Delta Т - l_п;\ \Delta К = l_п;\ \rho = \frac{l_п^2}{24R} - \frac{l_п^4}{2688\,R^4};$$

$$Т_с = Т + \Delta Т = \left(\frac{l_п^2}{24R} + R\right)\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2} + \frac{l_п}{2} - \frac{l_п^3}{240\,R^2};$$

$$Б_с = Б + \Delta Б = \left(\frac{l_п^2}{24R} + R\right)\sec\frac{\alpha}{2} - R;\ К_с = \frac{\pi R\alpha}{180} + l_п;$$

$$Д_с = 2Т_с - К_с = 2\left(\frac{l_п^2}{24R} + R\right)\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2} - \frac{l_п^3}{240\,R^2} - \frac{\pi R\alpha}{180};$$

$$X_i = K_i - \frac{K_i^5}{40\,R^2 l_п^2};\ Y_i = \frac{K_i^3}{6Rl_п} - \frac{K_i^7}{336\,R^3 l_п^3},$$

где K_i – расстояние на кривой до искомой точки.

Имея калькулятор с тригонометрическими функциями, зная величину угла поворота, задаваясь радиусом и переходной кривой, можно определить основные элементы кривой и прямоугольные координаты для детальной разбивки горизонтальной кривой.

Глава 3. ВИРАЖИ И УШИРЕНИЯ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ НА ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ КРИВЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

3.1. Общие положения

На автомобильных дорогах условия часто не позволяют разместить кривую расчетного радиуса. В этом случае для повышения устойчивости транспорта на кривой устраивают вираж с единым уклоном проезжей части и обочин к центру кривой. Вираж разбивают на горизонтальных кривых дорог всех категорий, радиусы которых менее: I – 3000 м, II...V, I–с–а – 2000 м, I–с, I–с–б (в), II–с–а (б) – 600 м, II–с – 400 м, III–с – 300 м.

Обычно считают, что на вираж можно передать 1/3...1/4 часть действующей на автомобиль центробежной силы на кривой.

Переход от двухскатного поперечного профиля проезжей части на прямом участке к односкатному поперечному профилю на кривой осуществляется плавно на участке отгона виража, длина которого должна быть не менее переходной кривой, при отсутствии переходной кривой (при реконструкции дороги) – на примыкающем к кривой прямом участке.

Поперечный уклон виража $i_в$ определяется по формуле:

$$i_в = \frac{V^2}{ngR},$$

где V–скорость движения транспорта, м/с;

1/n=1/3...1/4 – доля центробежной силы, воспринимаемой виражом;

g=9,81м/с^2 – ускорение равномерного падения.

При сооружении виража вдоль кромки проезжей части, примыкающей к внешней обочине, возникает дополнительный уклон $i_д$, который определяется по формуле

$$i_д = \frac{0,5 \cdot b\left(i_{пр} + i_в\right)}{l_п}.$$

Дополнительный продольный уклон для дорог I и II категории принимается не более 5 ‰, для других категорий дорог–10 ‰ на равнинной пересеченной местности; не более 20 ‰–в горных условиях. Общий уклон по внешней кромке проезжей части виража не должен превышать допустимого для принятой категории дороги (табл. 10 СНиП 2.05.02–85). Уширение проезжей части (табл. 9 СНиП 2.05.02–85, табл. 2.5 РСН–88) производится при радиусе 1000 (600) м и менее. Ширина обочины во всех случаях должна быть не менее 1,5 м на дорогах I и II категории и не менее 1,0 м–на дорогах других категорий. При недостаточной ширине обочин для размещения уширения проезжей части на кривой предусматривается соответствующее уширение земляного полотна. Уширение проезжей части на дорогах I категории выполняется за счет обочин, а на остальных категориях дорог только за счет внутренней обочины. Уширение проезжей части принимается прямо пропорционально длине переходной кривой так, чтобы к началу круговой кривой оно достигло полной величины. Целесообразность применения кривых с уширением проезжей части более 2...3 м следует обосновывать в проекте путем сопоставления с вариантами увеличения радиусов кривых в плане, при которых не требуется таких больших уширений.

Поперечный уклон виража следует назначать в зависимости от величины радиуса кривой в плане (табл. 2).

Таблица 2

Радиусы кривых в плане, м	Поперечный уклон проезжей части, ‰, не менее		
	I...V категории	на подъездных дорогах к промышленным предприятиям	в районах с частым гололедом
от 3000 до 1000 для дорог I категории	20...30	–	20...30
от 2000 до 1000 для дорог II–V категории	20...30	–	20...30
от 1000 до 800	30...40	–	30...40
от 800 до 700	30...40	20	30...40
от 700 до 650	40...50	20	40
от 650 до 600	50...60	20	40
от 600 до 500	60	20...30	40
от 500 до 450	60	30...40	40
от 450 до 400	60	40...60	40
400 и менее	60	60	40

Поперечный уклон виража должен быть не менее поперечного уклона проезжей части с определенными видами покрытий (табл. 3).

Таблица 3

Вид покрытия	Поперечный уклон, ‰ в дорожно-климатической зоне	
	I	II, III
Цементобетонные монолитные, железобетонные сборные, асфальтобетонные	15	20
Из щебня, гравия и песка, обработанных вяжущими, и дегтебетонные	20	25
Щебеночные и гравийные, из грунтов и местных малопрочных каменных материалов, обработанных вяжущими	25	30

В районах с частыми туманами и длительным гололедом уклон виража не должен превышать 40 ‰.

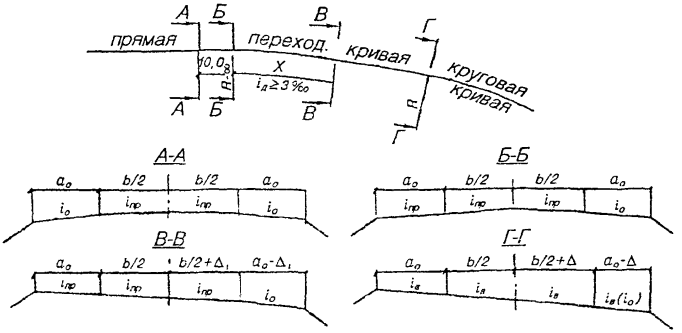
В районах с незначительным снежным покровом и редкими случаями гололеда допускается увеличивать поперечный уклон виража до 100 ‰. Внешняя обочина виража, во избежание стекания грязи во время дождя на проезжую часть дороги, должна быть укреплена на всю ширину.

Переход от двухскатного поперечного профиля к односкатному на дорогах II...V, I–с, II–с, III–с категорий производится постепенным вращением внешней полосы проезжей части вокруг оси до получения односкатного поперечного профиля с уклоном, равным уклону проезжей части при двухскатном профиле. Дальнейшее вращение вокруг оси всей проезжей части осуществляется до величины поперечного уклона на вираже.

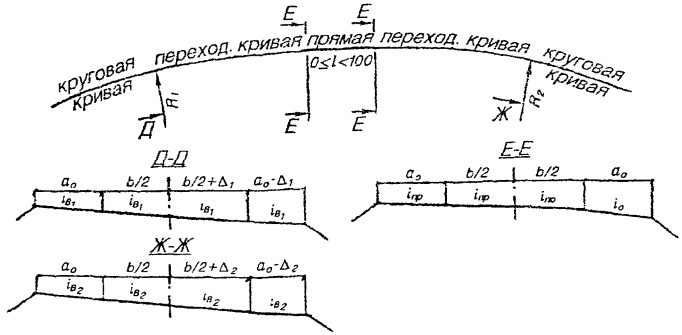
На дорогах всех категорий отгон виража при смежных кривых осуществляется по двум схемам.

Схемы отгона виража

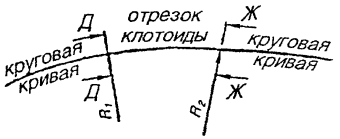
1. Отгон виража при сопряжении прямой и круговой кривой



2. Отгон виража при сопряжении двух круговых кривых, направленных в одну сторону, без прямой вставки между ними или с прямой вставкой менее 100 метров



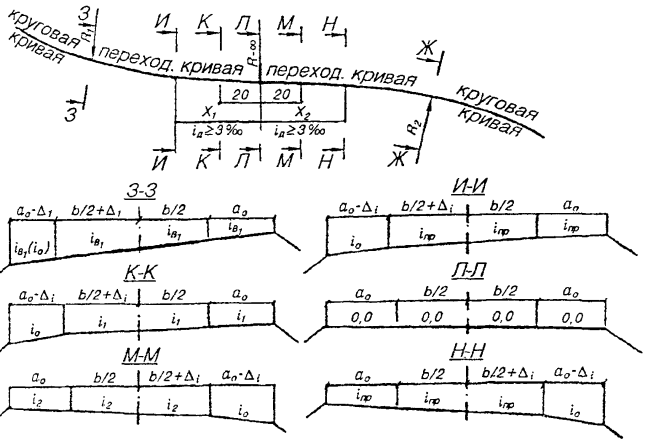
3. Отгон виража при сопряжении двух круговых кривых отрезком клотоиды



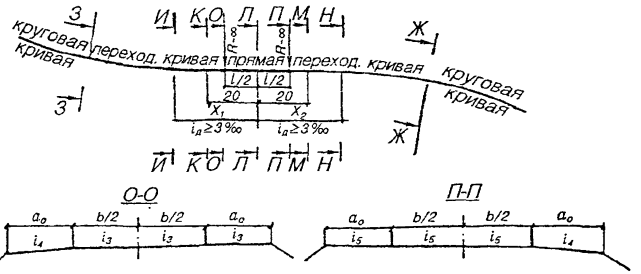
и уширений проезжей части

4. Отгон виража при сопряжении двух круговых кривых, направленных в разные стороны:

а) без прямой вставки между ними



б) с прямой вставкой менее 60 метров между ними



Если длина прямой вставки менее 60, но более 40 метров, то в сечениях О-О и П-П вместо уклона i необходимо проставить уклон обочины (i_o).

Чертеж 5

Схема 1. Две смежные кривые в плане обращены в разные стороны, прямая вставка между ними 60 м и менее или отсутствует. В этом случае отгон виража выполняется от середины прямой вставки (стыка двух переходных кривых),где поперечный уклон проезжей части, обочин и земляного полотна принимается равным нулю. Расчетный уклон внутренней обочины принимается на расстоянии 20 м от середины прямой (стыка кривых). Отгон уширения осуществляется от начала переходной кривой. На прямой вставке уширение проезжей части не производится.

Схема 2. Две смежные кривые в плане обращены в одну сторону, прямая вставка между ними 100 м и менее или отсутствует. В этом случае односкатный поперечный профиль следует принимать непрерывным на протяжении двух кривых и прямой вставки. Поперечный уклон на прямой вставке (стыке двух переходных кривых) равен уклону проезжей части на прямом участке. Отгон уширения производится прямо пропорционально переходной кривой. На прямой вставке уширение не устраивается. Проектирование отгона виража и уширение проезжей части могут выполняться:

- по программе автоматизированного проектирования автомобильных дорог с автоматическим выбором схемы отгона виража;
- с применением таблиц, приведенных в ТПР 503–0–45;
- расчетами по формулам.

В особых случаях допускается применять другие схемы отгона виража и уширения.

В методике расчета виража по ТПР 503–0–45 имеются некоторые неточности:

превышение по кромкам проезжей части и бровки обочин приводится без увязки с превышениями земляного полотна по подошве дополнительного слоя (в дальнейшем «земляного полотна») относительно оси проезжей части при отгоне виража;

формулы (48)...(54) не дают желаемого результата по определению превышений.

Практически разбивка виража начинается с определения превышения бровок земляного полотна относительно оси проезжей части, которые увязываются с превышениями по устройству дорожной одежды.

Приведенная ниже методика устраняет недостатки ТПР 503–0–45, а взаимоувязанные превышения бровок земляного полотна, кромок проезжей части и бровок обочины, позволяют последовательно разбить вираж и уширение проезжей части на горизонтальной кривой.

Поперечные профили автомобильных дорог по покрытию и бровкам обочины показаны на схеме отгона виража и уширений проезжей части (чертеж 5).

3.2. Методика расчета отгона виража и уширения проезжей части на дорогах II, III, IV, I–с, II–с, III–с категорий путем вращения вокруг оси покрытия

Методика, в отличие от типовых проектных решений и рекомендаций технической литературы, рассматривает отгон виража с увязкой превышений по характерным точкам покрытия и бровок земляного полотна.

3.2.1. Переход от двухскатного поперечного профиля к односкатному с уклоном виража (чертеж 6)

Сначала осуществляется переход от двухскатного поперечного профиля к односкатному путем вращения внешней части дороги вокруг оси проезжей части до односкатного поперечного профиля с уклоном проезжей части при двухскатном профиле, а затем дальнейшее вращение проезжей части вокруг оси до поперечного уклона виража.

За 10 м до начала отгона виража внешнюю обочину вращают вокруг кромки проезжей части до уклона покрытия на прямом участке. Остальные точки поперечного профиля покрытия в начале отгона виража соответствуют параметрам поперечного профиля на прямом участке дороги.

Поперечный профиль покрытия и обочин в конце отгона имеет односкатный уклон виража. Уклон внутренней обочины равен уклону виража, но не менее уклона обочины на прямом участке дороги. Отгон уширения проезжей части производится прямо пропорционально расстоянию переходной кривой. В начале переходной кривой уширение равно нулю, а в конце достигает полной величины, которая зависит от радиуса кривой и длины транспортного средства.

Длина участка перехода от двухскатного поперечного профиля к односкатному с уклоном проезжей части на прямом участке (участок «X») определяется по формуле

$$X = \frac{b \cdot i_{пр}}{i_д};\ \text{(табл. 1.7).}$$

Условный дополнительный продольный уклон кромки внешней проезжей части $i_д$ определяется по формуле

$$i_д = \frac{0{,}5 \cdot b\left(i_{пр} + i_в\right)}{l_п},\ \text{(табл. 1.8).}$$

Если дополнительный уклон на участке «X» $i_д$<3 ‰, то он принимается равным 3 ‰.

Отгон виража на участке «X» производится прямо пропорционально его длине.

Поперечный уклон проезжей части на участке «X» определяется по формуле

$$i_i = \frac{2L_i \cdot i_{пр}}{X} - i_{пр};$$

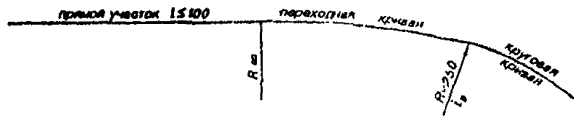
на остальной части переходной кривой поперечный уклон определяется по формуле

$$i_i = \frac{\left(L_i - X\right)\left(i_в - i_{пр}\right)}{l_п - X} + i_{пр}.$$

Поперечный уклон на внутренней проезжей части и обочине на участке «X» сохраняется таким же, как на прямом участке дороги при двухскатном профиле.

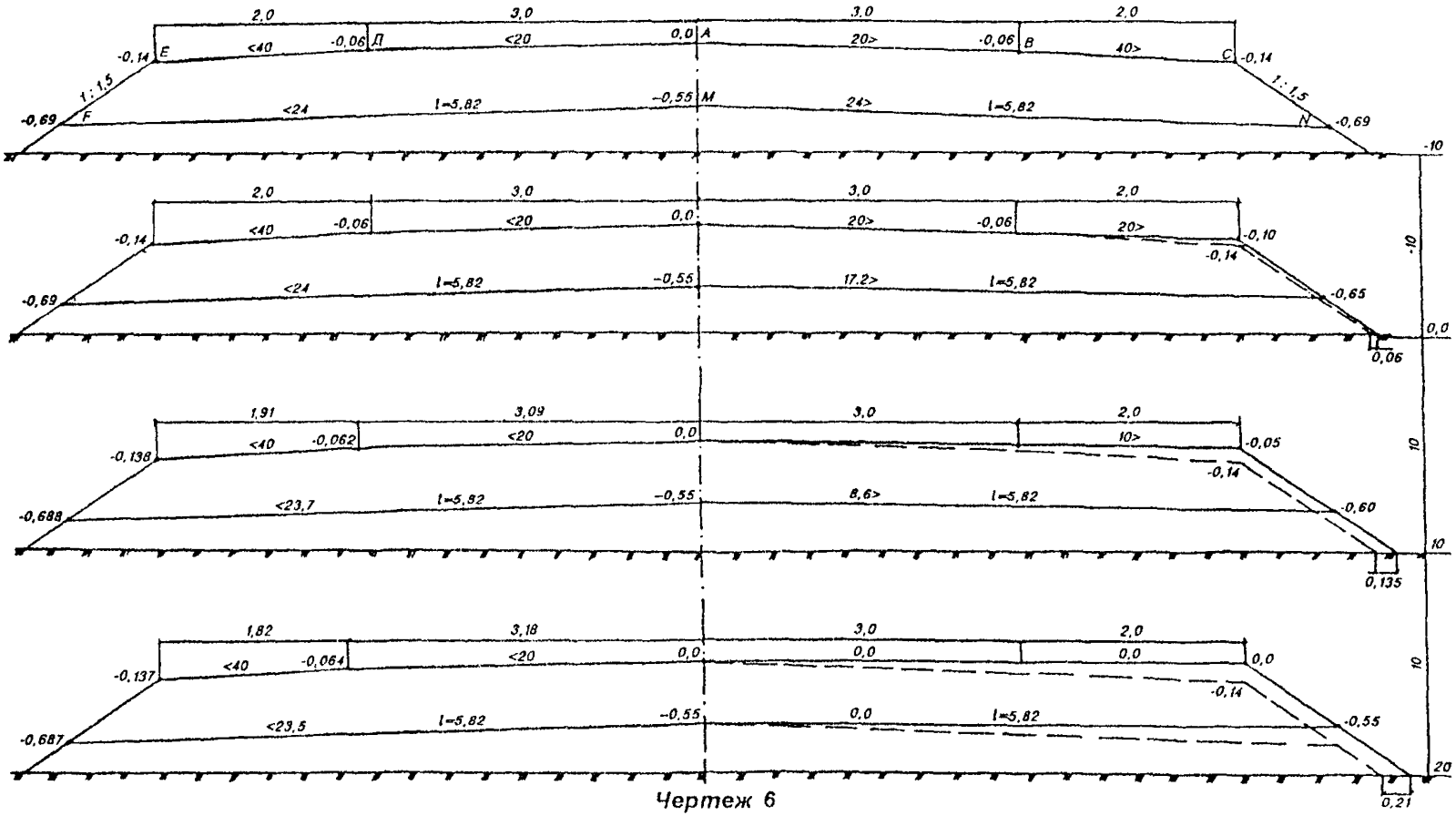
Разбивка виража на дороге IV-б категории

Схема



Переход от двухскатного поперечного профиля к односкатному с уклоном виража

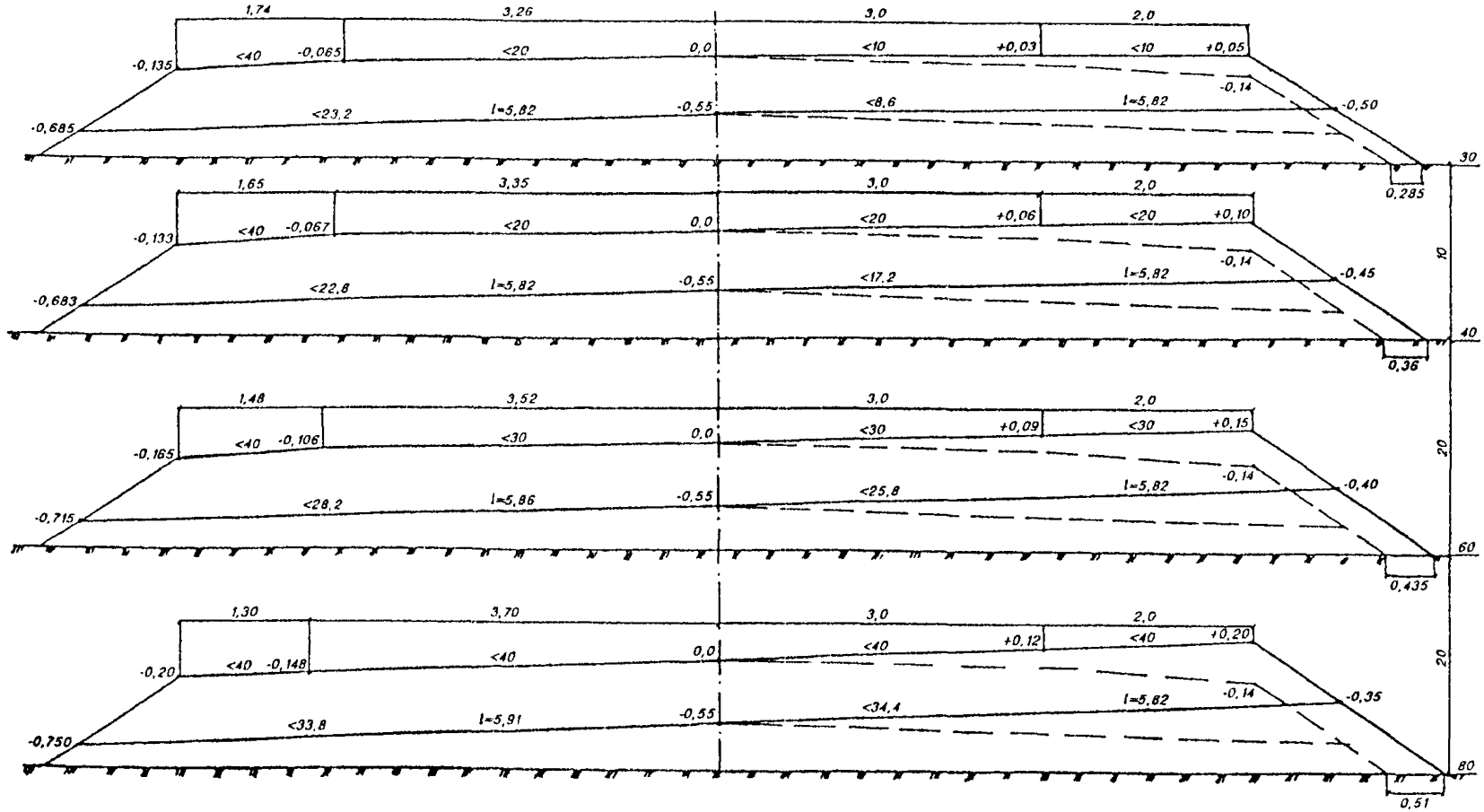
Исходные данные: R=250 м, $l_в$=80 м, Δ=0,70 м, B=10 м, b=6,0 м, $h_{вв}$=0,65 м, $h_в$=0,14 м, $i_{пр}$=20 ‰, $i_в$=40 ‰, $i_в$=40 ‰



Чертеж 6

$i_б = 0,5b(i_{пр} + i_п)/l_п = 0,5 \cdot 6 \cdot (0,02 + 0,04)/80 = 2,25$ ‰, принято $i_б = 3$ ‰

$X = b\, i_{пр}/i_б = 6 \cdot 0,02/0,03 = 40$ м



Продолжение чертежа 6

При вычислении уклона знак минус означает, что уклон в данном сечении имеет направление противоположное виражу.

Уширение проезжей части в любом сечении определяется по формуле

$$\Delta_i = \frac{L_i \cdot \Delta}{l_п}.$$

В пределах круговой кривой уширение имеет постоянный расчетный размер.

Ширина внутренней обочины определяется по формуле

$$a_i = a_o - \Delta i.$$

При вращении подъем внешней бровки обочины производится по вертикальной линии на расстоянии B/2 от оси дороги.

Отгон бровки земляного полотна на участке переходной кривой (чертеж 7)

Переход земляного полотна от двухскатного поперечного профиля на прямом участке к односкатному на вираже осуществляется путем вращения внешней части земляного полотна вокруг оси проезжей части до односкатного уклона на всем протяжении переходной кривой и 10 м до начала ее.

В основу взаимной увязки превышений бровок земляного полотна $h_{iзп}$ с бровками обочин h_{io} заложена разница между ними, которая должна быть равна толщине дорожной одежды

$$h_{до} = h_{iзп} - h_{io}; \; h_{iзп} = h_{до} + h_{io}.$$

Ширина земляного полотна от оси дороги до бровки определяется по формулам (чертеж 5)

1. На прямом участке

$$AO = l_o = B/2 + l_1; \qquad l_1 = (h_{до} - h_o)m;$$

$$l_o = B/2 + (h_{до} - h_o)m; \qquad ON = B/2 + h_{до} \cdot m.$$

2. На внешней стороне виража

$$l = B/2 + h_{до} \cdot m.$$

3. На внутренней части земляного полотна:

а. на участке «X»

$$l = B/2 + (h_{до} - h_i)m + h_i m + \Delta_{зп};$$

$$l = B/2 + h_{до} \cdot m - h_i m + h_i m + \Delta_{зп};$$

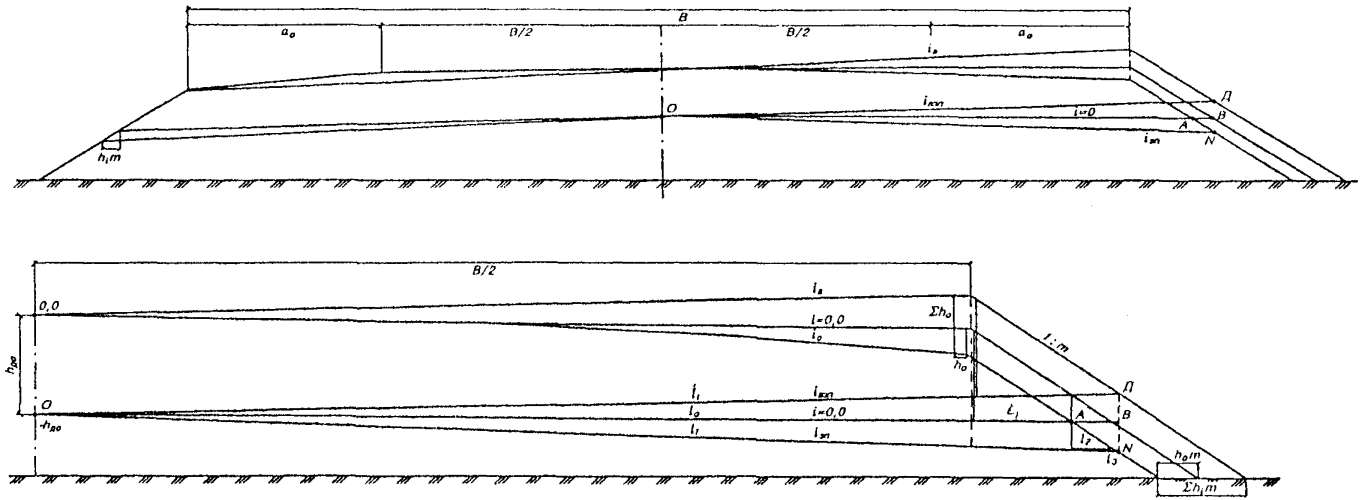
$$l = B/2 + h_{до} \cdot m + \Delta_{зп}.$$

б. на остальном участке «$l_п - X$»

$$l = B/2 + (h_{до} - h_{io} + h_i)m + \Delta_{зп},$$

$\Delta_{зп}$ – уширение земляного полотна на участке кривой, где ширина обочины для дорог I, II категории менее 1,5 м, а для дорог остальных категорий– менее 1,0 м не допускается.

Схема-чертеж для определения ширины земляного полотна при разбивке виража



I. $h_{до} = h_{нн} - h_{io}$

А. На прямом участке дороги

$AO = l_o = B/2 + (h_{до} - h_o) \cdot m$; $ON = B/2 + h_{до} \cdot m$

Б. На внешней стороне виража

$l = B/2 + h_{до} \cdot m$

В. На внутренней стороне виража

1. На участке «Х»

$l = B/2 + h_{до} \cdot m + \Delta_{уз}$

2. На остальном участке

$l = B/2 + (h_{до} - h_o + h_{io}) \cdot m + \Delta_{уз}$

I. $h_{до} \neq h_{нн} - h_{io}$

Определение ширины земляного полотна по заданному уклону ниже расчетного

$l = l_o(1 + im + i^2, m^2) + \Delta_{уз}$

На внешней стороне виража $\Delta_{уз} = 0$

Чертеж 7

При вращении вокруг оси ширина до внешней бровки земляного полотна равна расчетной ($l = B/2 + h_{до} \cdot m$), а до внутренней расчетной, увеличенной на уширение земляного полотна.

Величина уширения земляного полотна не постоянна и равна:

а) для дорог I и II категории:

$$\Delta_{зп} = a_o - \Delta_i \geq 1{,}5 \text{ м};$$

б) для дорог остальных категорий:

$$\Delta_{зп} = a_o - \Delta_i \geq 1{,}0 \text{ м}.$$

Таким образом, ширина земляного полотна на прямом участке и внешней части виража зависит от толщины дорожной одежды и коэффициента заложения откоса, а на внутренней части дополнительно учитывается уширение земляного полотна, чтобы соблюсти минимальные ширины обочин.

Поперечный уклон земляного полотна $i_{изп}$ пропорционален превышению бровки обочины h_{io} и обратно пропорционален ширине земляного полотна от оси до бровки и определяется по формуле

$$i_{изп} = \frac{h_{io}}{l} 1000 \text{ ‰}.$$

Следует отметить, что поперечные уклоны покрытия и обочин, не идентичны уклонам земляного полотна. Расчеты виражей при определенных исходных данных для дорог II, III, IV, IV–а (б, в), I–с, II–с, III–с категорий приведены в табл. 1.9.

При несоблюдении основного правила $h_{до} \neq h_{изп} - h_{io}$, а также в случае определения ширины земляного полотна от оси до бровок по заданному уклону менее расчетного следует пользоваться формулой

$$ON = l_0 + l_2 + l_3 + ...,$$

где $l_2 = l_o i_i m$; $l_3 = l_2 i_i m = l_o i_i^2 m^2$;

$$ON = l = l_o + l_o i_i m + l_o i_i^2 m^2 = l_o \left(1 + i_i m + i_i^2 m^2\right).$$

На внутренней стороне возможно уширение земляного полотна на $\Delta_{зп}$.

$$l = B/2 + \left(h_{до} - h_o + h_{io}\right)m + \Delta_{зп}.$$

Ширина земляного полотна для дорог II, III, IV, I–с, II–с категорий пр m=1,5–3,0 и толщине дорожной одежды $h_{ДО}$=0,55 (0,60) м в зависимости от у лона ниже расчетного и величина вспомогательного коэффициен $k = 1 + i_i m + i_i^2 m^2$, без учета уширения земляного полотна указаны в таб 1.10.

Превышение точек поперечного профиля проезжей части, обочины бровок земляного полотна над осью проезжей части (отм. 0.0) определяют формулам, данным в таблицах (далее по формулам).

Участок виража	Внутренняя часть			
	уширение проезжей части, м	бровка земляного полотна т. F, м	бровка обочины т. E, м	кромка проезжей части, т. Д, м
Прямой участок	0.0	$h_{до}$ +превыш. т. E	$0,5bi_{пр} + a_o i_o$	$0,5\,bi_{пр}$
НПК (начало виража)	0.0	$h_{до}$ +превыш. т. E	$0,5bi_{пр} + a_o i_o$	$0,5\,bi_{пр}$
Участок «X»	$\Delta_i = \frac{L_i \Delta}{l_n}$	$h_{до}$ +превыш. т. E	$(0,5b + \Delta_i)\, i_{пр} + (a_o + \Delta_i)\, i_o$	$(0,5b + \Delta_i) i_{пр}$
Оставшийся участок	$\Delta_i = \frac{L_i \Delta}{l_n}$	$h_{до}$ +превыш. т. E	$(0,5b + \Delta_i)\, i_{пр} + (a_o + \Delta_i)\, i_o$	$(0,5b + \Delta_i) i_i$
КПК (конец виража)	Δ	$h_{до}$ +превыш. т. E	$(0,5b + a_o)\, i_в$	$(0,5b + \Delta) i_в$

Участок виража	Внешняя часть		
	бровка земляного полотна т. N, м	бровка обочины т. C, м	кромка проезжей части т. B, м
Прямой участок	$h_{до}$ +превыш. т. C	$0,5bi_{пр} + a_o i_o$	$0,5bi_{пр}$
НПК (начало виража)	$h_{до}$ +превыш. т. C	$(0,5b + a_o) i_{пр}$	$0,5\,bi_{пр}$
Участок «X»	$h_{до}$ +превыш. т. C	$(0,5b + a_o) i_i$	$0,5bi_i$
Оставшийся участок	$h_{до}$ +превыш. т. C	$(0,5b + a_o) i_i$	$0,5bi_i$
КПК (конец виража)	$h_{до}$ +превыш. т. C	$(0,5b + a_o) i_в$	$0,5bi_в$

Условные обозначения:

l_o – ширина земляного полотна от оси дороги до бровки на прямом участке, м;

l_i – ширина земляного полотна в любом сечении, м;

$h_{до}$ – толщина дорожной одежды, м;

h_o – превышение бровки обочины над осью покрытия на прямом участке дороги, м;

h_{io} – переменное превышение бровки обочины при отгоне виража, м;

$h_{изп}$ – переменное превышение бровок земляного полотна при отгоне виража, м;

a_o – ширина обочины, м;

a_i – переменная ширина обочины, м;

Δ – полное уширение проезжей части, м;

Δ_i – переменное уширение проезжей части, м;

$\Delta_{зп}$ – уширение земляного полотна, м;

$l_п$ – длина переходной кривой, м;

$l_{пр}$ – длина прямой вставки между кривыми, м;

$i_в$ – уклон виража, ‰;

$i_о$ – уклон обочины, ‰;

$i_{пр}$ – уклон проезжей части, ‰;

$i_{iзп}$ – переменный уклон земляного полотна, ‰;

КПК (НКП) – конец (начало) переходной кривой, м;

L_i – переменная длина на отгоне виража, м.

3.2.2. Переход от профиля с поперечным уклоном равным нулю к уклону виража (чертеж 8)

Отгон виража на двух переходных кривых, направленных в разные стороны, осуществляется от уклона виража в конце первой круговой кривой до уклона виража начала второй круговой кривой.

В точке сопряжения двух смежных переходных кривых, если нет прямой вставки, поперечный уклон проезжей части, обочин и земляного полотна равен нулю. При наличии прямой вставки между кривыми $l_{пр}$ не более 60 м, поперечный уклон в середине прямой вставки равен нулю. Длина отгона виража на каждой переходной кривой увеличивается на половину длины прямой вставки.

Отгон внутренней обочины от нулевого уклона до уклона обочины при двухскатном поперечном профиле на прямом участке производится на расстоянии 20 м. Отгон бровки земляного полотна с расчетными уклонами производится на тех же участках отгона проезжей части дороги.

Отгон уширения проезжей части осуществляется прямо пропорционально длине переходной кривой. На прямой вставке между кривыми уширения проезжей части не производится.

Дополнительный продольный уклон определяется по формуле

$$i_д = \frac{0{,}5bi_в}{l_п + 0{,}5l_{пр}}.$$

Если $i_д$ менее 3 ‰, то на участке перехода от нулевого уклона до уклона проезжей части (участок «X») принимается $i_д$=3 ‰.

Длина участка «X» определяется по формуле

$$X = \frac{0{,}5bi_{пр}}{i_д}.$$

Отгон виража на участке «X» производится пропорционально его длине, от начала переходной кривой или середины прямой вставки. Поперечный уклон на участке «X» определяется по формуле

$$i_i = \frac{L_i i_{пр}}{X};$$

на остальном участке переходной кривой

$$i_i = \frac{(L_i - X)(i_в - i_{пр})}{l_п + 0{,}5 l_{пр}} + i_{пр}.$$

Поперечный уклон внутренней обочины равен расчетному уклону виража, но не менее уклона обочины на прямолинейном участке дороги. Уширение проезжей части на переходной кривой определяется по формуле

$$\Delta_i = \frac{(L_i - 0{,}5 l_{пр})\Delta}{l_п}.$$

Ширина внутренней обочины на переходной кривой определяется по формуле

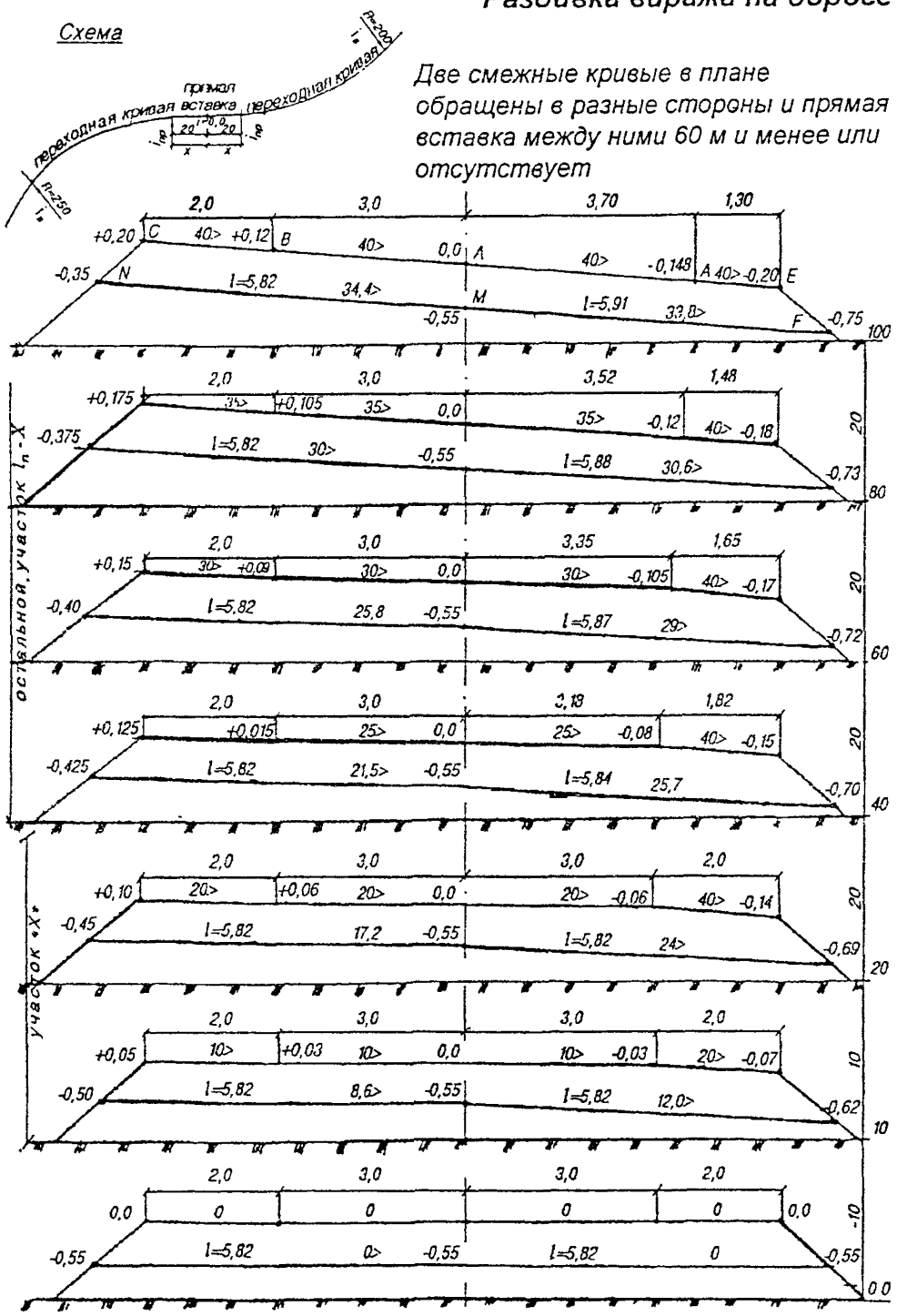
$$a_i = a_o - \Delta_i.$$

Ширина и поперечный уклон земляного полотна на переходной кривой определяется по вышеприведенным формулам (см. раздел «Переход от двускатного поперечного профиля к односкатному с уклоном виража»). Превышение точек поперечного профиля проезжей части, бровок обочины, бровок земляного полотна определяется по формулам.

Участок виража	Внутренняя часть			
	уширение проезжей части, м	бровка земляного полотна, т. F, м	бровка обочины, т. Е, м	кромка проезжей части т. Д, м
1. R_1 – к прямой вставке				
КПК, $i_{‰}$	Δ	$h_{ДО}$ +превыш. т. Е.	$(0{,}5b + a_o)i_в$	$(0{,}5b + a_o)i_в$
Остальной участок «$l_п - X$»	$\Delta_i = \frac{(L_i - 0{,}5 l_{пр})\Delta}{l}$	$h_{ДО}$ +превыш. т. Е.	$(0{,}5b + \Delta_i)i_i + (a_o - \Delta_i)i_o$	$(0{,}5b + \Delta_i)i_i$
Участок «X»	$\Delta_i = \frac{(L_i - 0{,}5 l_{пр})\Delta}{l}$	$h_{ДО}$ +превыш. т. Е.	$(0{,}5b + \Delta_i)i_i + (a_o - \Delta_i)i_o$	$(0{,}5b + \Delta_i)i_i$
Конец участка «X»	$\Delta_i = \frac{(L_i - 0{,}5 l_{пр})\Delta}{l}$	$h_{ДО}$ +превыш. т. Е.	$(0{,}5b + \Delta_i)i_{пр} + (a_o - \Delta_i)i_o$	$(0{,}5b + \Delta_i)i_i$
i=0.0	0.0	$h_{ДО}$	0.0	0.0
2. R_2 – от прямой вставки				
i_0=0.0	0.0	$h_{ДО}$	0.0	0.0
Участок «X»	$\Delta_i = \frac{(L_i - 0{,}5 l_{пр})\Delta}{l}$	$h_{ДО}$ +превыш. т. Е.	$(0{,}5b + \Delta_i)i_i + (a_o - \Delta_i)i_o$	$(0{,}5b + \Delta_i)i_i$
Остальной участок «$l_п - X$»	$\Delta_i = \frac{(L_i - 0{,}5 l_{пр})\Delta}{l}$	$h_{ДО}$ +превыш. т. Е.	$(0{,}5b + \Delta_i)i_i + (a_o - \Delta_i)i_o$	$(0{,}5b + \Delta_i)i_i$
КПК, $i_в$	Δ	$h_{ДО}$ +превыш. т. Е.	$(0{,}5b + a_o)i_в$	$0{,}5bi_в$

Разбивка виража на дороге

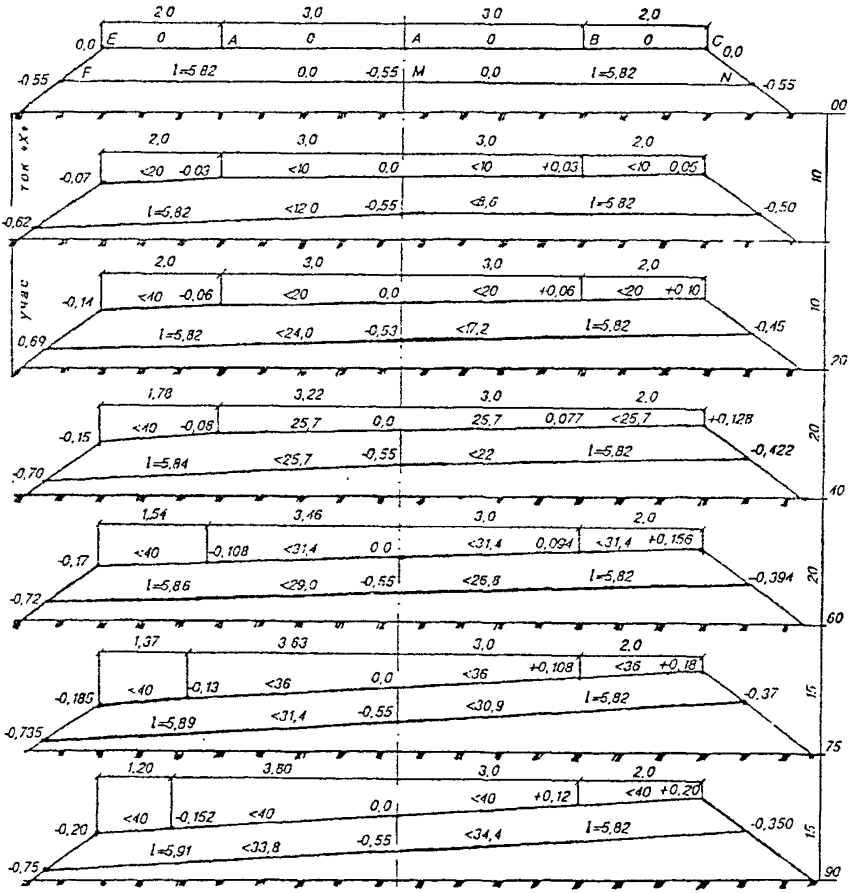
Две смежные кривые в плане обращены в разные стороны и прямая вставка между ними 60 м и менее или отсутствует



на дороге IV-б категории

Исходные данные:

а) R_1=250 м, $l_п$=80 м, D=0,70 м, B=10 м, b=6,0 м, a_o=2,0 м
$h_{до}$=0,55 м, h_o=0,14 м, $i_{пр}$=20 ‰, i_o=40 ‰, x=20 м
б) R_2=200 м, $l_п$=70 м, D=0,80 м, B=10 м, b=6,0 м, a_o=2,0 м, $l_{пр}$=40 м
$h_{до}$=0,55 м, h_o=0,14 м, $i_{пр}$=20 ‰, i_o=40 ‰, x=20 м



Чертеж 8

Участок виража	Внешняя часть		
	бровка земляного полотна т. N, м	бровка обочины т. С, м	кромка проезжей части т. В, м
1. R_1 – к прямой вставке			
КПК, $i_в$	$h_{до}$ +превыш. т. С.	$(0,5b + a_o)i_в$	$0,5bi_в$
Остальной участок «$l_п$ - Х»	$h_{до}$ +превыш. т. С.	$(0,5b + a_o)i_i$	$0,5bi_i$
Участок «Х»	$h_{до}$ +превыш. т. С.	$(0,5b + a_o)i_i$	$0,5bi_i$
Конец участка «Х»	$h_{до}$ +превыш. т. С.	$(0,5b + a_o)i_{пр}$	$0,5bi_{пр}$
i =0.0	$h_{до}$	0.0	0.0
2. R_2 – от прямой вставки			
i_0 =0.0	$h_{до}$	0.0	0.0
Участок «Х»	$h_{до}$ +превыш. т. С.	$(0,5b + a_o)i_i$	$0,5bi_i$
Остальной участок «$l_п$ - Х»	$h_{до}$ +превыш. т. С.	$(0,5b + a_o)i_i$	$0,5bi_i$
КПК, $i_в$	$h_{до}$ +превыш. т. С.	$(0,5b + a_o)i_в$	$0,5bi_в$

При вычислении превышений бровок земляного полотна необходимо соблюдать знак «±» перед превышениями дорожной одежды и бровок обочины.

3.2.3. Переход от односкатного поперечного профиля с уклоном проезжей части на прямом участке к уклону виража (чертеж 9)

Отгон виража при двух переходных кривых, направленных в одну сторону, осуществляется от уклона виража в конце первой круговой кривой до уклона виража в начале второй круговой кривой. В точке сопряжения двух смежных кривых, если между ними нет прямой вставки, поперечный уклон проезжей части и внешней обочины равен уклону проезжей части на прямом участке дороги. При наличии прямой вставки $l_{пр}$ между концом и началом переходных кривых менее 100 м, поперечный уклон на вставке сохраняется равным уклону проезжей части на прямом участке. Внутренняя обочина на всем протяжении переходной кривой сохраняет расчетный уклон прямого участка дороги. Отгон виража на переходной кривой производится пропорционально на всей ее длине.

Поперечный уклон на проезжей части и внешней обочине определяется по формуле

$$i_i = \frac{L_i(i_в - i_{пр})}{l_п} + i_{пр},$$

уширение проезжей части на переходной кривой определяется по формуле

$$\Delta_i = \frac{L_i \cdot \Delta}{l_п}.$$

На прямой вставке уширение проезжей части не устраивается. Ширина и поперечный уклон земляного полотна на всем участке переходной кривой определяется по формулам (см. раздел «Переход от двухскатного поперечного

профиля к односкатному с уклоном виража»). Превышение точек поперечного профиля проезжей части, бровок обочины и бровок земляного полотна определяется по формулам:

Участок виража	Внутренняя часть			
	уширение проезжей части, м	Бровка земляного полотна т. F, м	бровка обочины, т. Е, м	кромка проезжей части, т. Д, м
1. Участок отгона виража от $i_{в1}$ до $i_{пр}$ для R_1				
КПК, $i_{в1}$	Δ	$h_{до}$+превыш. т. Е.	$(0,5b + a_o)i_{в1}$	$(0,5b + \Delta)i_{в1}$
Остальной (промежуточный) участок	$\Delta_i = \frac{L_i \Delta}{l_п}$	$h_{до}$ +превыш. т. Е.	$(0,5b + \Delta_i)i_i + (a_o - \Delta_i)i_o$	$(0,5b + \Delta_i)i_i$
НПК, $i_{пр}$	0.0	$h_{до}$ +превыш. т. Е.	$0,5bi_{пр} + a_o i_o$	$0,5bi_{пр}$
2. Участок отгона виража от $i_{пр}$ до $i_{в2}$ для R_2				
НПК, $i_{пр}$	0.0	$h_{до}$ +превыш. т. Е.	$0,5bi_{пр} + a_o i_o$	$0,5bi_{пр}$
Остальной (промежуточный) участок	$\Delta_i = \frac{L_i \Delta}{l_п}$	$h_{до}$ +превыш. т. Е.	$(0,5b + \Delta_i)i_i + (a_o - \Delta_i)i_o$	$(0,5b + \Delta_i)i_i$
КПК, $i_{в2}$	Δ	$h_{до}$ +превыш. т. Е.	$(0,5b + a_o)i_{в2}$	$(0,5b + \Delta)i_{в2}$

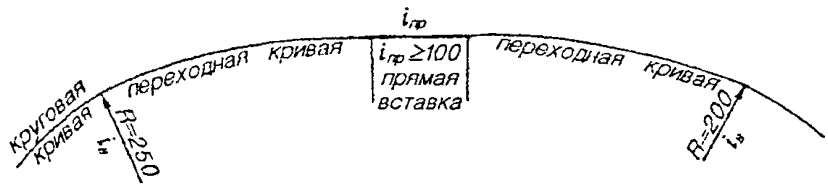
Участок виража	Внешняя часть		
	бровка земляного полотна т. N, м	бровка обочины т. С, м	кромка проезжей части т. В, м
1. Участок отгона виража от $i_{в1}$ до $i_{пр}$ для R_1			
КПК, $i_{в1}$	$h_{до}$ +превыш. т. С.	$(0,5b + a_o)i_{в1}$	$0,5bi_{в1}$
Остальной (промежуточный) участок	$h_{до}$ +превыш. т. С	$(0,5b + a_o)i_i$	$0,5bi_i$
НПК, $i_{пр}$	$h_{до}$ +превыш. т. С.	$(0,5b + a_o)i_{пр}$	$0,5bi_{пр}$
2. Участок отгона виража от $i_{пр}$ до $i_{в2}$ для R_2			
НПК, $i_{пр}$	$h_{до}$ +превыш. т. С.	$(0,5b + a_o)i_{пр}$	$0,5bi_{пр}$
Остальной (промежуточный) участок	$h_{до}$ +превыш. т. С.	$(0,5b + a_o)i_i$	$0,5bi_i$
КПК, $i_{в2}$	$h_{до}$ +превыш. т. С.	$(0,5b + a_o)i_{в2}$	$0,5bi_{в2}$

Если прямая вставка между двумя кривыми незначительна, то предпочтительнее увеличить радиус кривой с целью исключения прямой вставки и создания лучших условий для движения транспорта. Наиболее рациональный вариант – замена двух углов поворота на один. При вычислении превышений бровок земляного полотна необходимо соблюдать знак «$\mp$» перед превышениями дорожной одежды и бровок обочин.

Рекомендуется на автомобильных дорогах земляное полотно до отметок дополнительного слоя отсыпать из принятых в проекте грунтов с поперечными параметрами прямого участка.

Разбивка виража

Схема

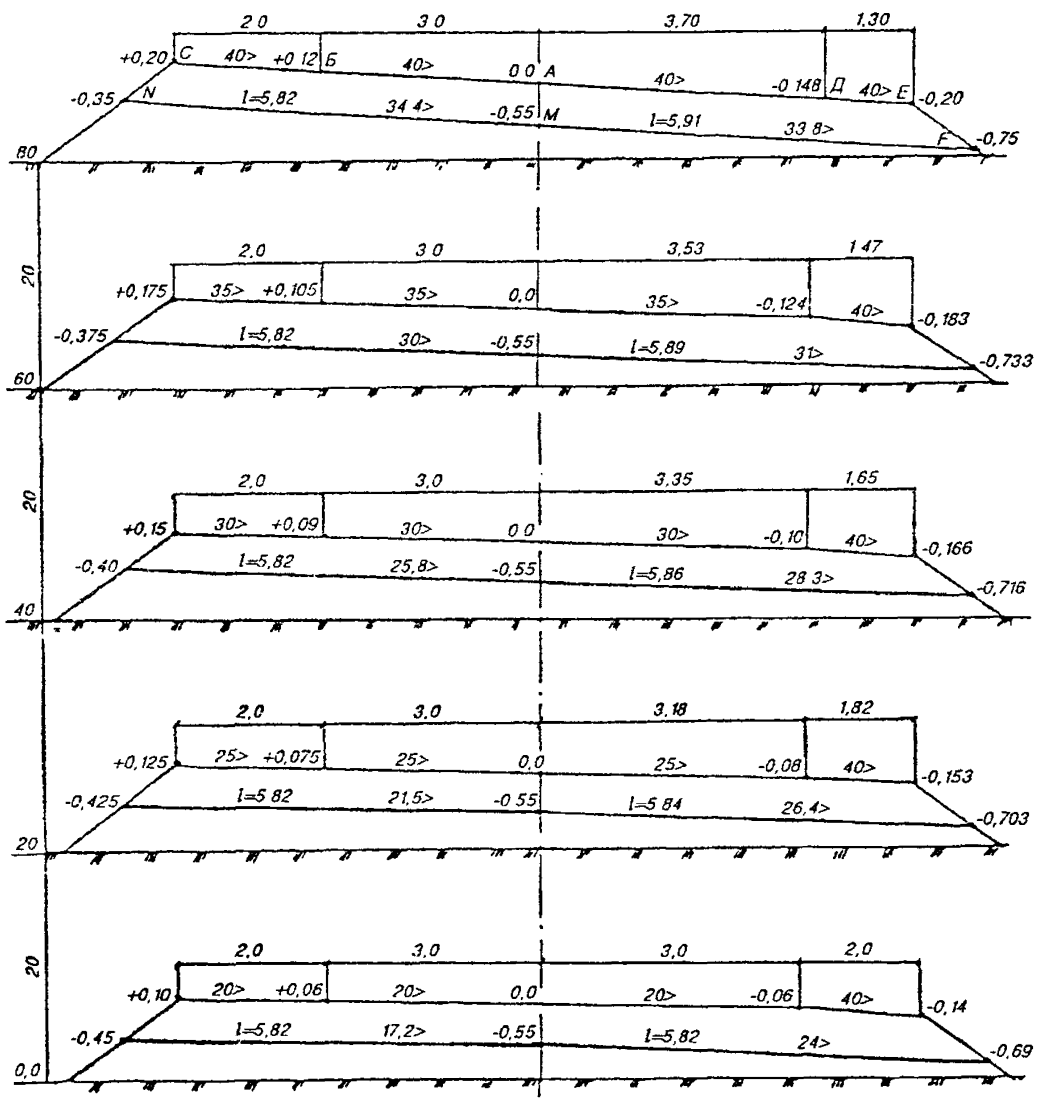


Две смежные кривые в плане обращены в одну сторону и прямая вставка между ними 100 м и менее или отсутствует.

Исходные данные:

R_1

R=250 м, $l_п$=80 м, Δ=0,70 м, B=10 м, b=6,0 м, $a_о$=2,0 м, $h_{до}$=0,55 м, $h_о$=0,14 м, $i_{пр}$=20‰, $i_в$=40‰, $i_о$=40‰

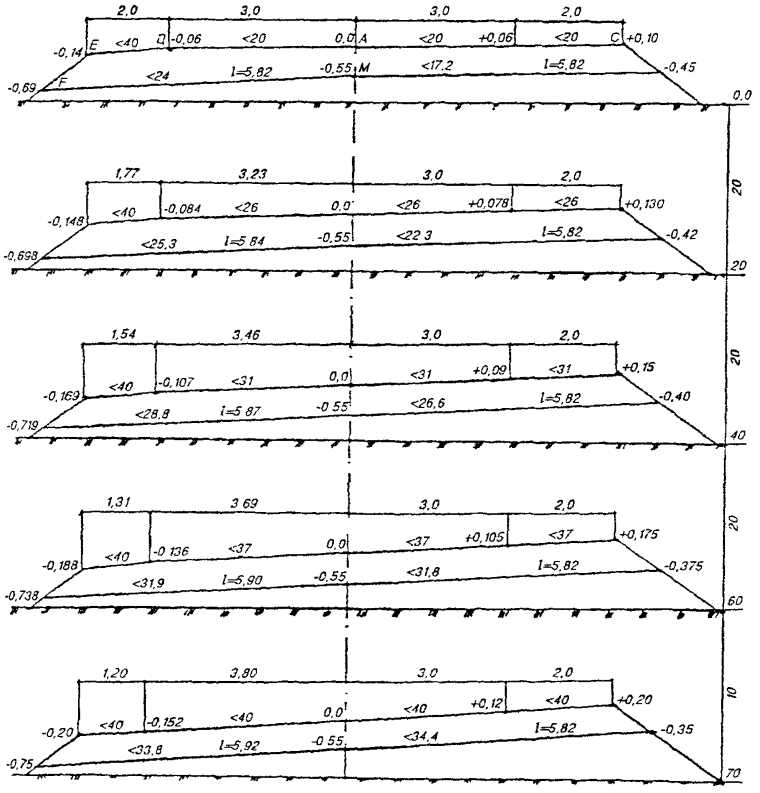


на дороге IV-б категории

Исходные данные:

R_2

R=200 м, $l_п$=70 м, Δ=0,80 м, B=10 м, b=6,0 м, a_o=2,0 м, $h_{до}$=0,55 м, h_o=0,14 м, $i_{пр}$=20‰, $i_в$=40‰, $l_{пр}$=40 м



Чертеж 9

Отгонную часть виража следует выполнять из дренирующих грунтов с $K_ф$ более 1м/сут.

Это несколько удорожает строительство, но дает значительный эффект устойчивости дороги от разрушения при эксплуатации.

3.2.4. Переход от поперечного про филя с уклоном виража $i_{в1}$ к поперечному профилю с уклоном виража $i_{в2}$. (чертеж 10)

Участок виража, имеющий односкатный профиль в начале и в конце отгона виражей ($i_{в1}$, $i_{в2}$), и уширение проезжей части на переходной кривой l_k, осуществляются пропорционально длине кривой l_k.

Поперечный уклон в любом сечении i_i на кривой l_k определяется по формуле

$$i_i = \frac{l_{ki}(i_{в2} - i_{в1})}{l_k} + i_{в1};$$

уширение проезжей части в любом сечении на l_k - по формуле

$$\Delta i = \frac{l_{ki}(\Delta_{в1} - \Delta_{в2})}{l_k} + \Delta_{в1}.$$

Ширина обочины определяется по формуле

$$a_i = a_0 - \Delta_i.$$

Ширина земляного полотна и поперечный уклон рассчитывается по формулам, изложенным в разделе «Переход от двухскатного поперечного профиля к односкатному с уклоном виража».

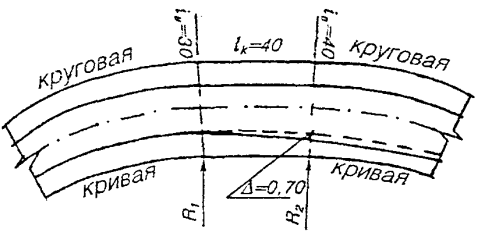
Превышение точек поперечного профиля проезжей части, бровок обочин и бровок земляного полотна определяется по формулам.

Участок виража	Внутренняя часть			
	уширение проезжей части, м	бровка земляного полотна т. F	бровка обочины т. E	кромка проезжей части т. Д
Конец R_1, $i_{в1}$	$\Delta_{в1}$	$h_{до}$ +превыш. т. E	$(0,5b + a_0)i_{в1}$	$(0,5b + \Delta_{в1})i_{в1}$
На кривой l_k, i_i	$\Delta i = \frac{l_{ki}(\Delta_в - \Delta_{в1})}{l_k} + \Delta_{в1}$	$h_{до}$ +превыш.т. E	$(0,5b + a_0)i_{в1}$	$(0,5b + a_0)i_i$
Начало R_2, $i_{в2}$	$\Delta_{в2}$	$h_{до}$ +превыш. т. E	$(0,5b + a_0)i_{в2}$	$(0,5b + \Delta_{в2})i_{в2}$
Участок виража	Внешняя часть			
	бровка земляного полотна т. N, м	бровка обочины т. C, м	кромка проезжей части т. B	
Конец R_1, $i_{в1}$	$h_{до}$ +превыш. т. C	$(0,5b + a_0)i_{в1}$	$0,5bi_{в1}$	
На кривой l_k, i_i	$h_{до}$ +превыш. т. C	$(0,5b + a_0)i_i$	$0,5bi_i$	
Начало R_2, $i_{в2}$	$h_{до}$ +превыш т. C	$(0,5b + a_0)i_{в2}$	$0,5bi_{в2}$	

Примеры расчетов виражей и уширения проезжей части приведены в приложении 2.

Сопряжение двух смежных кривых, обращенных в одну сторону с разными виражами

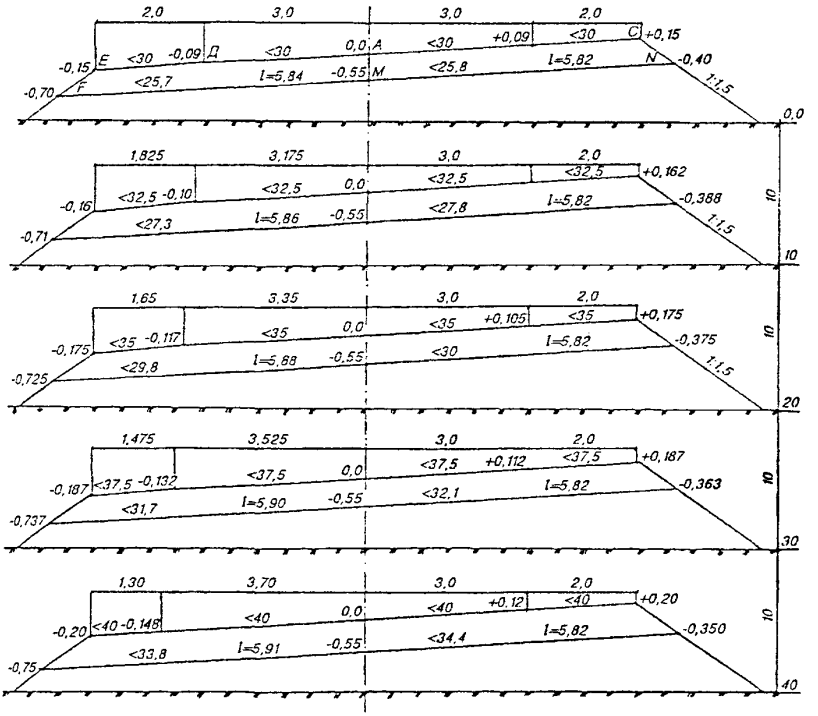
Схема



Исходные данные:

а) R_1=1000 м, $l_п$=100 м, Δ=0,0 м, $l_к$=40 м, B=10 м, b=6,0 м, $a_о$=2,0 м, $i_{в1}$=30‰, $i_{пр}$=20‰, $i_о$=30‰, $h_{до}$=0,55 м, $h_о$=0,14 м

б) R_2=250 м, $l_п$=60 м, Δ=0,70 м, B=10 м, b=6,0 м, $a_о$=2,0 м, $i_{в2}$=40‰, $i_{пр}$=20‰, $i_о$=40‰, $h_{до}$=0,55 м, $h_о$=0,14 м



Чертеж 10

Глава 4. ПЕРЕСЕЧЕНИЯ И ПРИМЫКАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

4.1. Общие положения

Пересечения и примыкания, как правило, следует располагать на свободных площадках и прямых участках автомобильных дорог.

Наименьший радиус при сопряжении дорог в местах пересечений (примыканий) в одном уровне следует принимать по категории дороги, с которой происходит съезд, независимо от угла пересечения (примыкания). На съездах с дорог I, II категорий радиус должен быть не менее 25 м, с дорог III – 20 м, с дорог IV, V, I–с, II–с, III–с категорий –15 м.

Сопряжение дорог в одном уровне следует выполнять переходными или коробовыми кривыми.

Пересечения (примыкания) в одном уровне независимо от схем пересечений рекомендуется выполнять под прямым или близким к нему углом. Если транспортные потоки не пересекаются, а разветвляются или сливаются, то допускается устраивать пересечение дорог под любым углом с учетом обеспечения видимости.

Количество пересечений (примыканий) на автомобильных дорогах I–III категорий должно быть возможно меньшим, на дорогах I–а категорий вне населенных пунктов пересечения (примыкания) следует предусматривать не чаще, чем через 10 км, на дорогах I–б, II категорий – 5 км, на дорогах III категорий – 2 км, на дорогах IV, I–с, II–с категорий – 0,8...1,0 км.

Места расположения пересечений (примыканий) согласовываются с землепользователем. Пересечения и примыкания автомобильных дорог в одном уровне, как правило, проектируют на дорогах I–б категорий с дорогами IV, I–с, II–с категорий при обязательном отгоне левоповоротных направлений движения; на дорогах II, III, IV, I–с категорий при суммарной перспективной интенсивности движения в узле от 2000 до 8000 прив. ед./сут принимают схему пересечения в одном уровне с направляющими островками на главной и второстепенной дорогах и полосой левоповоротного движения на главной дороге.

Простые пересечения примыкания в одном уровне следует принимать на дорогах IV, I–с, II–с категорий при суммарной интенсивности менее 2000 прив. ед./сут. Несколько иные требования к пересечениям и примыканиям автомобильных дорог когда сопряжения выполняются коробовыми кривыми (ТПР 503–044.82).

Переходно–скоростные полосы предусматривают в местах съездов на дорогах I–б, II, III категорий, в том числе к зданиям и сооружениям, расположенным в придорожной зоне: на дорогах I–б категории при интенсивности съезжающих и выезжающих на дорогу 50 и более прив. ед./сут, на дорогах II, III категорий – при интенсивности 200 прив. ед./сут.

Переходно–скоростные полосы на дорогах I–б...IV, I–с–а категорий следует предусматривать в местах расположения площадок для остановок автобусов и троллейбусов, а на дорогах I–б...III категорий также у автозаправочных станций и площадок отдыха. У постов ГИБДД и контрольно–диспетчерских пунктов предусматривают остановочные полосы длиной для полос разгона и торможения не менее 100 м. Длину переходно–скоростных полос следует принимать в метрах (табл. 4).

Таблица 4

Категория дороги	Длина полосы торможения $S_т$ при продольном уклоне, ‰					Длина полосы разгона $S_р$ при продольном уклоне, ‰					Длина отгона, l_0, м
	на спуске		0.0	на подъеме		на спуске		0.0	на подъеме		
	40	20		20	40	40	20		20	40	
I–б, II	110	105	100	95	90	140	140	180	200	230	80
III	85	80	75	70	65	120	120	130	150	170	60
IV–а, I–с–а	50	45	40	35	30	30	35	40	45	50	30

Отгон полосы торможения следует начинать с уступа величиной 0,50 м. Ширину переходно–скоростных полос следует принимать равной ширине основных полос движения главной дороги. Переходно–скоростные полосы в зоне пересечений и примыканий перед сопрягающими кривыми и в местах автобусных остановок на дорогах I...III категорий за пределами остановочных площадок на длине 20 м следует отделять от основных полос движения разделительной полосой 0,75 м для дорог I, II категорий и 0,50 м – III категорий.

Пересечение и примыкание следует устраивать по крестообразной или Т–образной схемам.

Расположение примыканий на участках выпуклых кривых в продольном профиле и с внутренней стороны закруглений в плане допускается только в исключительных случаях.

Все съезды и въезды на подходах к дорогам I...III категорий должны иметь покрытия протяжением:

на песчаных, супесчаных и легких суглинистых грунтах – 100м;

на черноземах, глинистых, тяжелых и пылеватых, суглинистых грунтах –200 м.

На дорогах IV, I–с, II–с категорий длину съездов с покрытием следует уменьшать в 2 раза по отношению к съездам на дорогах I...III категорий.

Переход к грунтовой дороге следует выполнять в виде щебеночной или гравийной призмы длиной 6,0 м.

При наличии в зоне пересечений более 4–х, а в зоне примыкания более 3–х подходов дорог следует этот сложный узел привести к простым схемам, изменяя местоположение в плане дорог.

В случае пересечения дорог под острым (менее 60°) или тупым (более 120°) углами целесообразно трассу второстепенной дороги изменить и приблизить угол пересечения к прямому.

Кольцевые пересечения в одном уровне допускается проектировать в случаях, когда интенсивность движения на пересекающихся дорогах одинакова или отличается не более чем на 20%, а количество автомобилей левоповоротных потоков составляет не менее 40% на обеих пересекающихся дорогах.

Типы пересечений (примыканий) автомобильных дорог в одном уровне следует принимать в соответствии с категориями дорог, интенсивностью движения и распределением транспортных потоков по направлениям.

А. При сопряжении переходными кривыми (ТПР 503–0–51–89)

	Категория главной дороги	Тип сопряжения, категория второстепенной дороги			
		III	IV, V, I–с, II–е	IV, I–с	V, II–с
Пересечение	I–б	–	1–А–1, $N_с$>50 1–Б–1, $N_с$<50	– –	– –
	II	–	2–А–1, $N_с$≥200 $N_{гл}$+ $N_в$≤8000 2–Б–1, $N_с$<200 $N_{гл}$+ $N_в$≤8000	– –	– –
	III	3–А–1, $N_{гл}$+$N_в$ ≤ 8000	–	3–Б–1, $N_с$≥200 $N_{гл}$+ $N_в$≤8000 3–В–1, $N_с$<200 $N_{гл}$+ $N_в$≤8000	3–Г–1
	IV, V, I–с, II–с	–	4–А–1, $N_{гл}$+ $N_в$≥2000 4–Б–1, $N_{гл}$+ $N_в$≥2000	–	–
Примыкание	1–б	–	1–А–2, $N_с$>50 1–Б–2, $N_с$<50	–	–
	II		2–А–2, $N_с$≥200 $N_{гл}$+ $N_в$≤8000 2–Б–2, $N_с$<200 $N_{гл}$+ $N_в$≤8000	–	–
	III	3–А–2, $N_с$≥200 $N_{гл}$+$N_в$ ≤ 8000	–	3–Б–2, $N_с$≥200 $N_{гл}$+ $N_в$≤8000 3–В–2, $N_с$<200 $N_{гл}$+ $N_в$≤8000	3–Г–2
	IV, V, I–с, II–с	–	4–А–2, $N_{гл}$+ $N_в$≥2000 4–Б–2, $N_{гл}$+ $N_в$≥2000	–	–

Наиболее часто применяемые пересечения (примыкания) на дорогах III, IV категорий с переходно–скоростными полосами показаны на чертежах 11 (тип 3–Б–1), 12 (тип 3–Б–2), 13 (тип 4–А–2).

Типы пересечения и примыкания

Пересечения

Категория главной дороги	Категория второстепенной дороги			
	III	IV, V, I-С, II-С	IV, I-С	V, II-С
I – б	–	1–А–1, $N_o \leq 550$ 1–Б–1, $N_o > 50$	–	–
II	–	2–А–1, $N_m+N_o \leq 3000$ $N_o \geq 200$ 2–Б–1, $N_m+N_o \geq 8000$ $N_o < 200$	–	–
III	3–А–1 $N_m+N_o \leq 8000$	–	3–Б–1, $N_m+N_o \leq 8000$ $N_o \geq 200$ 3–В–1, $N_m+N_o \leq 8000$ $N_o \geq 200$	3–Г–1
IV, V, I-С, II-С		4–А–1, $N_m+N_o > 2000$ 4–Б–1, $N_m+N_o \leq 2000$	–	–

Примыкания

Категория главной дороги	Категория второстепенной дороги			
	III	IV, V, I-С, II-С	IV, I-С	V, II-С
I – б	–	1–А–2, $N_o \geq 50$ 1–Б–2, $N_o < 50$	–	–
II	–	2–А–2, $N_m+N_o \leq 8000$ $N_o \geq 200$ 2–Б–2, $N_m+N_o \leq 8000$ $N_o < 200$	–	–
III	3–А–2 $N_m+N_o \leq 8000$ $N_o \geq 200$	–	3–Б–2, $N_m+N_o \leq 8000$ $N_o \geq 200$ 3–В–2, $N_m+N_o \leq 8000$ $N_o < 200$	3–Г–2
IV, V, I-С, II-С		4–А–2, $N_m+N_o \geq 2000$ 4–Б–2, $N_m+N_o < 2000$	–	–

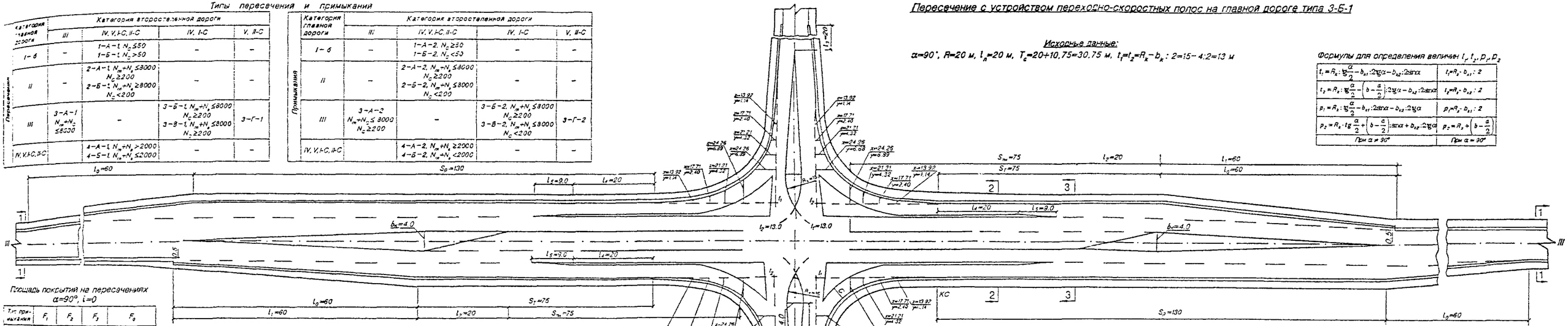
Пересечение с устройством переходно-скоростных полос на главной дороге типа 3-Б-1

Исходные данные:

$\alpha=90°$, $R=20$ м, $l_n=20$ м, $T_c=20+10,75=30,75$ м, $t_1=t_2=R_k-b_k : 2=15-4:2=13$ м

Формулы для определения величин t_1, t_2, p_1, p_2

$t_1=R_k \cdot \operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}-b_{k1}:2\operatorname{tg}\alpha-b_{k2}:2\sin\alpha$	$t_1=R_2 \cdot b_{k1}:2$
$t_2=R_1 \cdot \operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}-\left(b-\frac{a}{2}\right):2\operatorname{tg}\alpha-b_{k2}:2\sin\alpha$	$t_2=R_1 \cdot b_{k2}:2$
$p_1=R_1 \cdot \operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}-b_{k1}:2\sin\alpha-b_{k2}:2\operatorname{tg}\alpha$	$p_1=R_2 \cdot b_{k1}:2$
$p_2=R_k \cdot \operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}+\left(b-\frac{a}{2}\right):\sin\alpha+b_{k2}:2\operatorname{tg}\alpha$	$p_2=R_1+\left(b-\frac{a}{2}\right)$
При $\alpha \neq 90°$	При $\alpha = 90°$



Площадь покрытий на пересечениях $\alpha=90°$, i=0

Тип примыкания	F_1	F_2	F_3	F_0
2–А–1	1692	2964	2143	774 (1974)
2–Б–1	1697	–	1319	856 (2056)
3–А–1	1264	1964	4371	–
3–Б–1	1264	1954	1852	768 (1968)
3–В–1	1268	–	1115	888 (2088)
3–Г–1	–	–	754	443 (1343)
4–А–1	696	–	1017	320 (876)
4–Б–1	–	–	638	49 (549)

Условные обозначения

F_1 - площадь покрытия направляющих островков, полос торможения (разгона) на главной дороге;

F_2 - площадь покрытия переходно-скоростных полос и их отгонов на главной дороге;

F_3 - площадь покрытия на участке примыкания второстепенной дороги;

F_0 - площадь покрытия на второстепенной дороге за пределами канализирующего направляющего островка.

В скобках даны значения F_0 при черноземах, глинистых тяжелых и засоленных суглинистых грунтах.

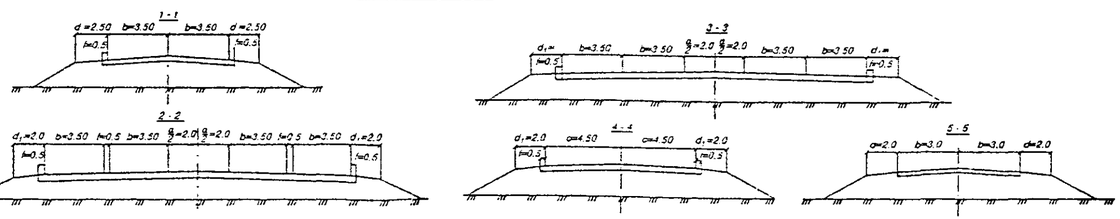
Значение параметров по категориям дорог

Буквенные обозначения параметров			R	l_n	l_4	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	b	c	a	b_k	d	d_1	f	l_1	S_0	S_1 / S_m	l_0
Значение параметров по категориям дорог	главная	II	20	20	70	70	20	–	20	16	3,75	–	4,5	4,5	3,75	2,5	0,75	0,50	180	70	90
		III	25	20	60	60	20	–	20	9	3,50	–	4,0	4,0	2,5	2,0	0,50	0,50	130	75 75	80 65
	второстепенная	IV, V I-С, II-С	–	–	30	–	–	20	–	–	3,00 (2,25)	4,5	–	4,0	2,0 (1,75)	2,0	–	0,50	–	–	–

Примечания:

1. По такому же чертежу, но со своими параметрами и прямоугольными координатами разбивается пересечение типа 2 - А - 1.
2. В скобках показаны размеры для дорог V, II-С категории.

Поперечные разрезы



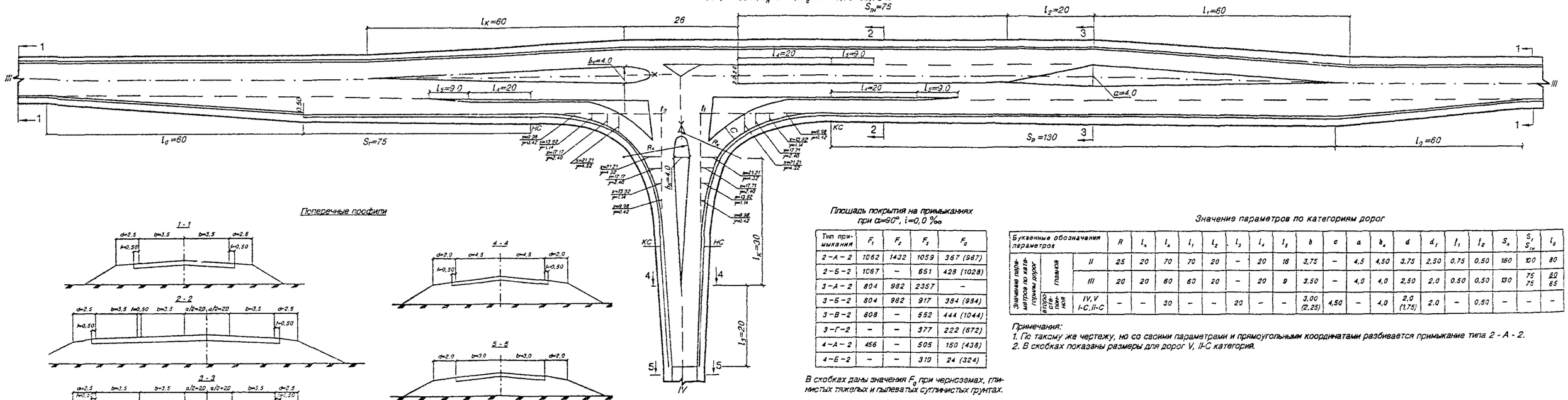
Чертеж 11

Примыкание с устройством переходно-скоростных полос на главной дороге типа 3-Б-2

Исходные данные:

$\alpha=90^\circ$, $R=20$ м, $l_n=20$ м, $T_c=20+10{,}75=30{,}75$ м

$S_{пр}=75$



Поперечные профили

Площадь покрытия на примыканиях при $\alpha=90^\circ$, i=0,0 ‰

Тип примыкания	F_1	F_2	F_3	F_0
2-А-2	1062	1432	1059	367 (987)
2-Б-2	1067	–	651	428 (1028)
3-А-2	804	982	2357	–
3-Б-2	804	982	917	384 (934)
3-В-2	808	–	552	444 (1044)
3-Г-2	–	–	377	222 (672)
4-А-2	456	–	505	150 (438)
4-Б-2	–	–	319	24 (324)

В скобках даны значения F_0 при черноземах, глинистых тяжелых и пылеватых суглинистых грунтах.

Значения параметров по категориям дорог

Буквенные обозначения параметров			R	l_n	$l_к$	l_1	l_2	l_3	l_4	l_5	b	c	a	$b_к$	d	d_1	f_1	f_2	S_n	S_1 / $S_{пр}$	l_0
Значения параметров по категориям дорог	главной	II	25	20	70	70	20	–	20	16	3,75	–	4,5	4,50	3,75	2,50	0,75	0,50	180	100	80
		III	20	20	60	60	20	–	20	9	3,50	–	4,0	4,0	2,50	2,0	0,50	0,50	130	75 / 75	60 / 65
	второстепенных	IV, V I-С, II-С	–	–	30	–	–	20	–	–	3,00 (2,25)	4,50	–	4,0	2,0 (1,75)	2,0	–	0,50	–	–	–

Примечания:

1. По такому же чертежу, но со своими параметрами и прямоугольными координатами разбивается примыкание типа 2 - А - 2.

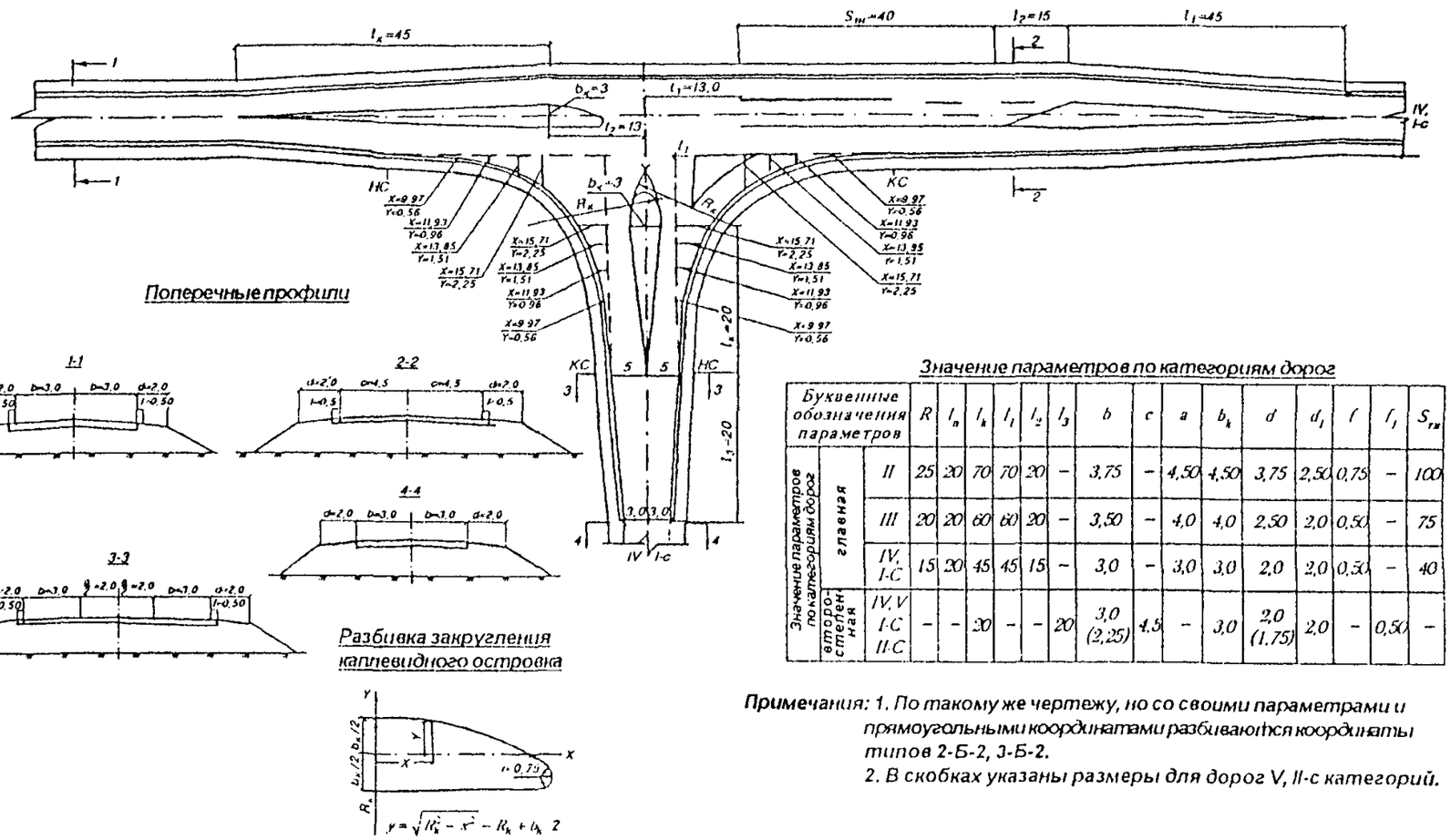
2. В скобках показаны размеры для дорог V, II-С категорий.

Чертеж 12

Примыкание с устройством полосы торможения (накопления) на главной дороге типа 4-А-2

Исходные данные:

α=90°, R=15 м, $l_п$=20 м, $T_с$=15+10,95=25,95 м



Поперечные профили

Разбивка закругления каплевидного острова

Значение параметров по категориям дорог

Буквенные обозначения параметров		R	$l_п$	$l_к$	l_1	l_2	l_3	b	c	a	$b_к$	d	d_1	f	f_1	$S_{тн}$
Значение параметров по категориям дорог — главная	II	25	20	70	70	20	–	3,75	–	4,50	4,50	3,75	2,50	0,75	–	100
	III	20	20	60	60	20	–	3,50	–	4,0	4,0	2,50	2,0	0,50	–	75
	IV, I-С	15	20	45	45	15	–	3,0	–	3,0	3,0	2,0	2,0	0,50	–	40
второстепенная	IV, V I-С II-С	–	–	20	–	–	20	3,0 (2,25)	1,5	–	3,0	2,0 (1,75)	2,0	–	0,50	–

Примечания: 1. *По такому же чертежу, но со своими параметрами и прямоугольными координатами разбиваются координаты типов 2-Б-2, 3-Б-2.*

2. *В скобках указаны размеры для дорог V, II-с категорий.*

Чертеж 13

Б. При сопряжении коробовыми кривыми (ТПР 503–0–44–82)

	Категория главной дороги, интенсивность движения, авт./сут	Тип сопряжения, категория второстепенной дороги	
		III	IV, V
Пересечение	II 3000	–	II–1–П, N_c>50 II–2–П, N_c<50
	III 1000	III–1–П, N_c≥100 III–2–П, N_c<100	III–3–П, N_c≥100 III–4–П, N_c<100
	IV, I–с, V, II–с	–	IV–1–П, N_c≥1000 IV–2–П, N_c<1000
Примыкание	1 7000	–	I–1–С, N_c≥25 I–2–С, N_c<25
	II 3000	–	II–1–С, N_c≥50 II–2–С, N_c<50
	III 1000	III–1–С, N_c≥100 III–2–С, N_c<100	III–3–С, N_c≥50 III–4–С, N_c<50
	IV, V, I–с, II–с	–	IV–1–С. N_c≥1000 IV–2–С, N_c<1000

Простые пересечения (примыкания) без островков безопасности применяются:

а) при сопряжении переходными кривыми 3–Г–1, 3–Г–2, 4–Б–1, 4–Б–2;

б) при сооружении коробовыми кривыми IV–П–2, IV–2–С.

Наиболее часто применяемые пересечения (примыкания) на дорогах III, IV категорий с переходно–скоростными и накопительными полосами показаны на чертежах 14 (типы IV–1–П), 15 (тип III–4–П), 16 (типы III–3–П), 17 (тип III–3–С), 18 (тип IV–1–С).

Сопряжение пересечений (примыканий) выполняется по кромкам проезжей части главной и второстепенной дорог.

4.2. Сопряжение пересечений (примыканий) минимальными радиусами с переходными кривыми

Пересечения (примыкания) выполняются на дорогах II категории R=25 м, $l_п$=20 м; III категории R=20 м, $l_п$=20 м; IV, I–с, II–с, III–с категорий R=15 м, $l_п$=20 м.

Разбивка пересечения (примыкания) производится от точек t_1 и t_2, которые находятся на пересечении кромок проезжей части главной и второстепенной дороги.

1. По радиусу и углу пересечения (примыкания) α_1 и α_2 определяют по табл. 1.1 основные элементы кривой Т, К, Д, Б.

2. По радиусу, величине переходной кривой и углу поворота – по табл. 1.2 дополнения к основным элементам кривой (ΔТ, ΔБ).

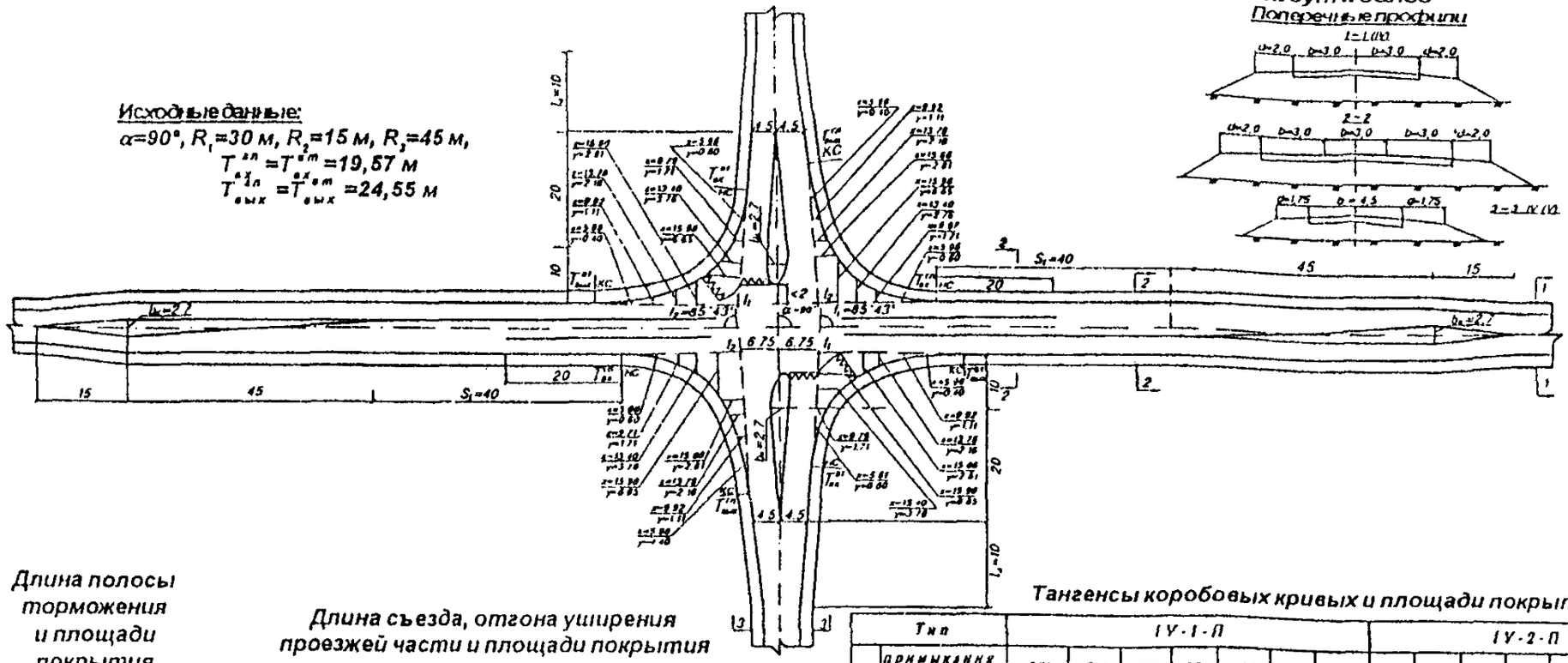
Сопряжение пересечений автомобильных дорог IV, V, I-С, II-С категорий коробовыми кривыми (R_1=30 м, R_2=15 м, R_3=45 м). Тип IV-1 П. Расчетная интенсивность движения (в сумме для обеих дорог) 1000 авт./сут и более

Исходные данные:

α=90°, R_1=30 м, R_2=15 м, R_3=45 м,

$T^{гл}_{1л} = T^{гл}_{вх} = T^{вт}_{вых} = T^{вт}_{вых}$ =19,57 м

$T^{гл}_{вых} = T^{вт}_{вых}$ =24,55 м



Длина полосы торможения и площади покрытия

Продольный уклон, ‰	Расчетная скорость 30 км/ч	
	S_1, м	F_1, м²
−40	50	638
−20	45	608
0	40	578
+20	35	548
+40	30	518

Длина съезда, отгона уширения проезжей части и площади покрытия

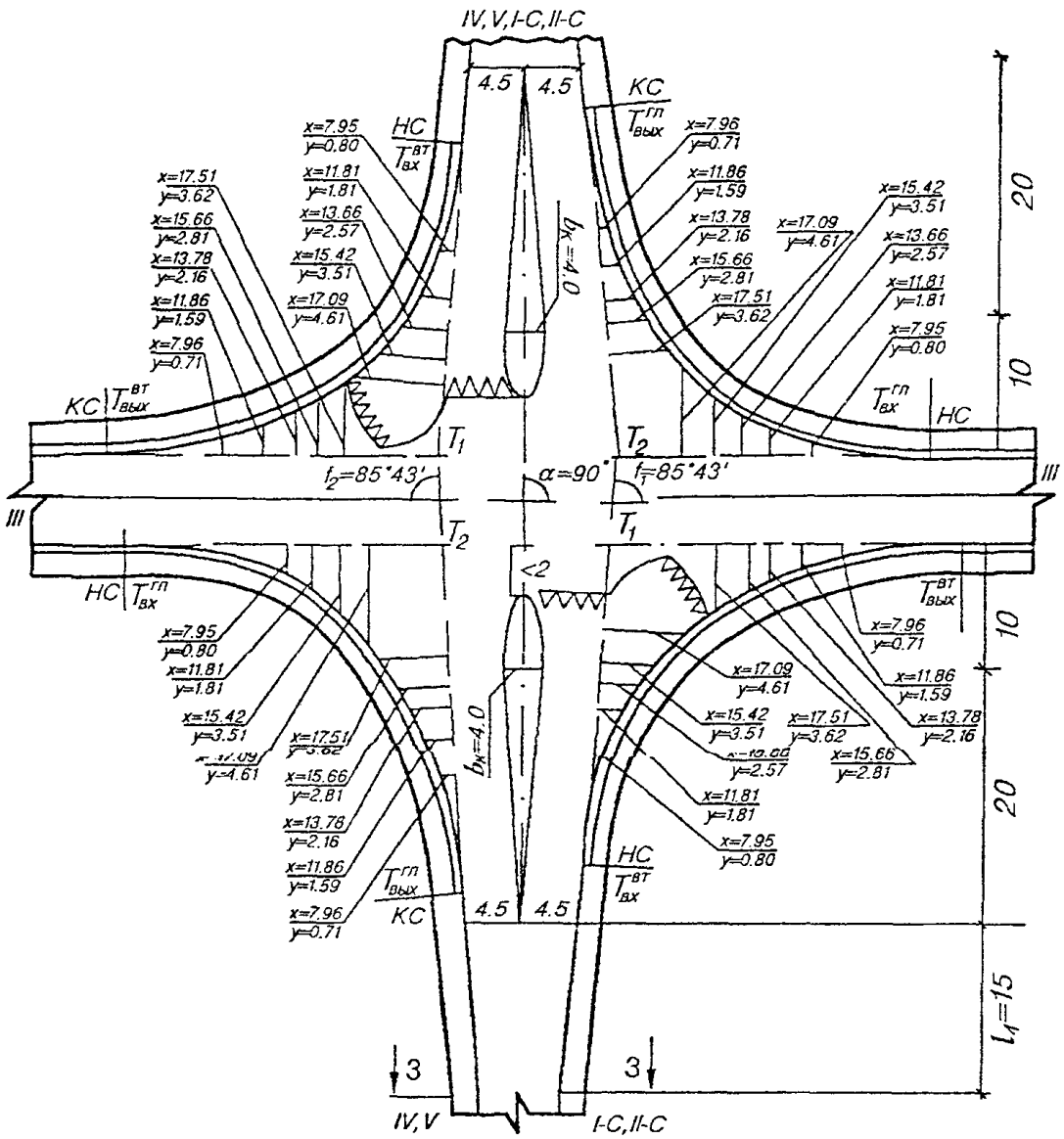
Тип		IV - 1 - П				IV - 2 - П			
Грунт земляного полотна	Длина, м	Категория второстепенной дороги							
		IV, l_1=15 м		V, l_1=20 м		IV		V	
		F_1, м²	F_0 м²	F_1, м²	F_0 м²	F_1, м²	F_0 м²	F_1, м²	F_0 м²
Песчаный, супесча-ный	50	675	285	675	270	312	288	234	216
Легкий суглинок	100	675	885	675	720	312	888	234	666
Глина, тяжелый суглинок	150	675	1485	675	1170	312	1488	234	1116

Тангенсы коробовых кривых и площади покрытия

Тип			IV-1-П							IV-2-П						
Угол	примыкания осей дорог, α		60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°
	поворота коробовой кривой, f_1		55°43'	65°43'	75°43'	85°43'	95°43'	105°43'	115°43'	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°
	поворота коробовой кривой, f_2		115°43'	105°43'	95°43'	85°43'	75°43'	65°43'	55°43'	120°	110°	100°	90°	80°	70°	60°
Тангенсы коробовых кривых на дорогах	главной	$T^{гл}_{вх}$	30,00	25,71	22,33	19,57	17,27	15,32	13,64	32,25	27,42	23,68	20,69	18,22	16,12	14,34
		$T^{вт}_{вых}$	17,57	19,69	21,98	24,55	27,53	31,10	35,51	18,47	20,65	23,05	25,77	28,97	32,88	37,88
	второстепенной	$T^{гл}_{вых}$	35,57	31,10	27,53	24,55	21,98	19,69	17,57	37,88	32,88	28,77	25,77	23,05	20,65	18,47
		$T^{вт}_{вх}$	13,64	13,32	17,27	19,57	22,33	25,71	30,00	14,34	16,12	18,22	20,69	23,68	27,42	32,25
Площади, м²		F_0	586	500	452	438	453	503	591	—	—	—	—	—	—	—
		F_1	—	—	—	—	—	—	—	509	415	364	348	364	415	509

Чертеж 14

Тип III-4-П. Количество выезжающих и въезжающих машин с дороги менее 100 авт./сут



Исходные данные:

$\alpha = 90°$, $R_1 = 40$ м, $R_2 = 20$ м, $R_3 = 45$ м,

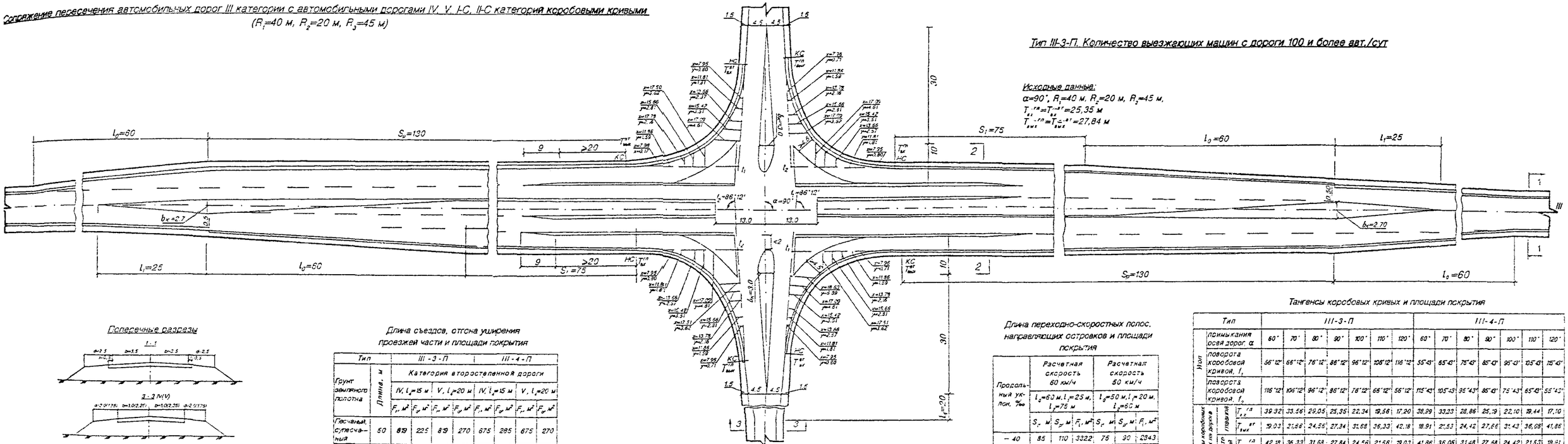
$T_{вх}^{гл} = T_{вх}^{вт} = 25{,}19$ м

$T_{вых}^{гл} = T_{вых}^{вт} = 27{,}84$ м

Чертеж 15

Сопряжение пересечения автомобильных дорог III категории с автомобильными дорогами IV, V, I-С, II-С категорий коробовыми кривыми

(R_1=40 м, R_2=20 м, R_3=45 м)



Чертеж 16

Поперечные разрезы

Длина съездов, отгона уширения проезжей части и площади покрытия

Тип	Длина, м	III-3-П				III-4-П			
Грунт земляного полотна		Категория второстепенной дороги							
		IV, $l_д$=15 м		V, $l_д$=20 м		IV, $l_д$=15 м		V, $l_д$=20 м	
		$F_г$, м²	$F_{сг}$, м²	$F_г$, м²	$F_{сг}$, м²	$F_г$, м²	$F_{сг}$, м²	$F_г$, м²	$F_{сг}$, м²
Песчаный, супесчаный	50	819	225	819	270	675	285	675	270
Легкий суглинок	100	819	765	819	630	675	885	675	720
Глина, тяжелый суглинок	150	819	1365	819	1080	675	1485	675	1170

Длина переходно-скоростных полос, направляющих островков и площади покрытия

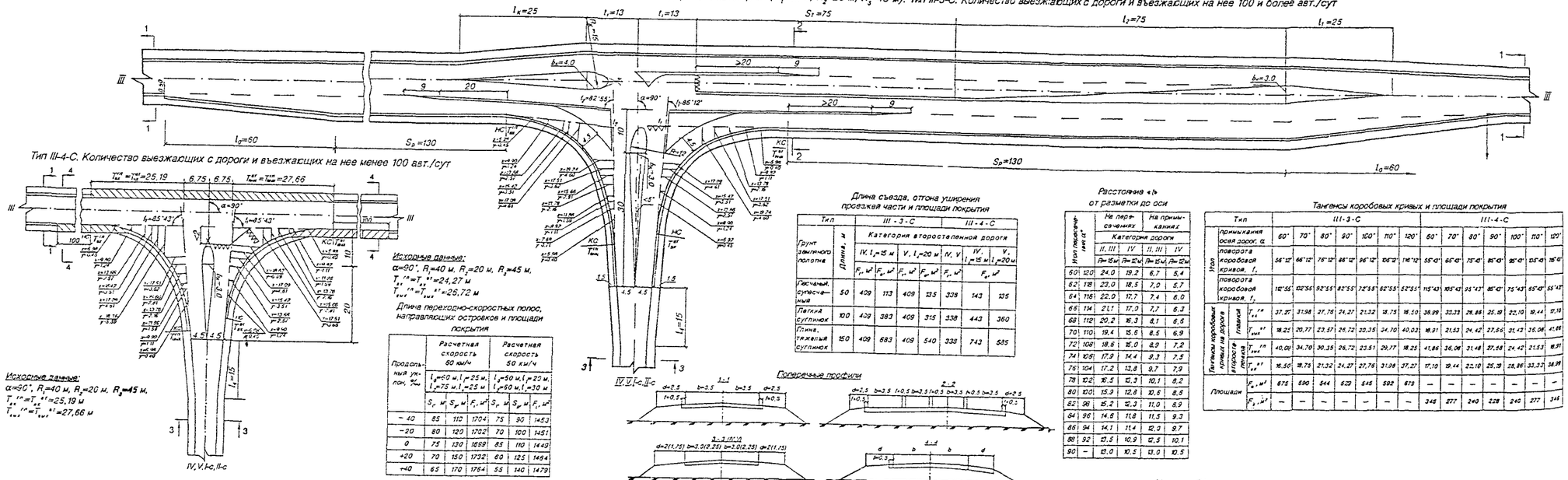
Продольный уклон, ‰	Расчетная скорость 60 км/ч			Расчетная скорость 80 км/ч		
	l_0=60 м, l_1=25 м, l_2=75 м			l_0=50 м, l_1=20 м, l_2=60 м		
	$S_г$, м	$S_{сг}$, м	$F_г$, м²	$S_г$, м	$S_{сг}$, м	$F_г$, м²
−40	85	110	3322	75	90	2943
−20	80	120	3317	70	100	2838
0	75	130	3312	65	110	2833
+20	70	150	3377	60	125	2863
+40	65	170	3442	55	140	2893

Тангенсы коробовых кривых и площади покрытия

Тип			III-3-П							III-4-П						
Угол примыкания оси дорог, α			60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°
Угол поворота коробовой кривой, t_1			56°12'	66°12'	76°12'	86°12'	96°12'	106°12'	116°12'	55°43'	65°43'	75°43'	85°43'	95°43'	105°43'	115°43'
Угол поворота коробовой кривой, t_2			116°12'	106°12'	96°12'	86°12'	76°12'	66°12'	56°12'	115°43'	105°43'	95°43'	85°43'	75°43'	65°43'	55°43'
Тангенсы коробовых кривых по дорогам	первой	$T_{к1}$ гл	39,32	33,56	29,05	25,35	22,34	19,56	17,20	38,99	33,23	28,86	25,19	22,10	19,44	17,10
		$T_{к1}$ вт	19,03	21,66	24,55	27,34	31,68	36,33	42,18	18,91	21,53	24,42	27,66	31,43	36,08	41,86
	второстепенной	$T_{вм1}$ гл	42,18	36,33	31,58	27,84	24,56	21,56	19,03	41,86	36,06	31,48	27,68	24,42	21,53	18,91
		$T_{вм1}$ вт	17,20	19,56	22,24	25,35	29,05	33,56	39,32	17,10	19,44	22,10	25,19	28,86	33,33	38,99
Площади		$F_г$, м²	1524	1307	1178	1118	1160	1186	1333	—	—	—	—	—	—	—
		$F_к$, м²	—	—	—	—	—	—	—	892	555	481	457	481	555	692

Тип III-4-П. Количество выезжающих и въезжающих машин с дороги менее 100 авт./сут

Сопряжение примыкания автомобильных дорог IV, V, I-С, II-С категорий к автомобильной дороге III категории (R_1=40 м, R_2=20 м, R_3=45 м). Тип III-3-С. Количество выезжающих с дороги и въезжающих на нее 100 и более авт./сут



Тип III-4-С. Количество выезжающих с дороги и въезжающих на нее менее 100 авт./сут

Исходные данные:
α=90°, R_1=40 м, R_2=20 м, R_3=45 м,
$T_{тш}^{пр}$=$T_{тш}^{лев}$=25,19 м
$T_{тш}^{пр}$=$T_{тш}^{лев}$=27,66 м

Исходные данные:
α=90°, R_1=40 м, R_2=20 м, R_3=45 м,
$T_{тш}^{пр}$=$T_{тш}^{лев}$=24,27 м
$T_{тш}^{пр}$=$T_{тш}^{лев}$=26,72 м

Длина переходно-скоростных полос, направляющих островков и площади покрытия

Продольный уклон, ‰	Расчетная скорость 60 км/ч			Расчетная скорость 50 км/ч		
	$l_д$=60 м, l_1=25 м, l_2=75 м, l_3=25 м			$l_д$=50 м, l_1=20 м, l_2=90 м, l_3=30 м		
	$S_т$, м	$S_в$, м	$F_т$, м²	$S_т$, м	$S_в$, м	$F_т$, м²
−40	85	110	1704	75	90	1453
−20	80	120	1702	70	100	1451
0	75	130	1699	65	110	1449
+20	70	150	1732	60	125	1464
+40	65	170	1764	55	140	1479

Длина съезда, отгона уширения проезжей части и площади покрытия

Тип грунта земляного полотна	Длина, м	III-3-С		III-4-С			
		Категория второстепенной дороги					
		IV, l_1=15 м		V, l_1=20 м		IV, V	IV, l_1=15 м | l_1=20 м
		$F_т$, м²	$F_в$, м²	$F_т$, м²	$F_в$, м²	$F_в$, м²	$F_в$, м²
Гастачный, супесчаный	50	409	113	409	135	339	143 | 135
Легкий суглинок	100	409	383	409	315	338	443 | 360
Глинв, тяжелый суглинок	150	409	693	409	540	339	743 | 585

Сопрягаемые профили

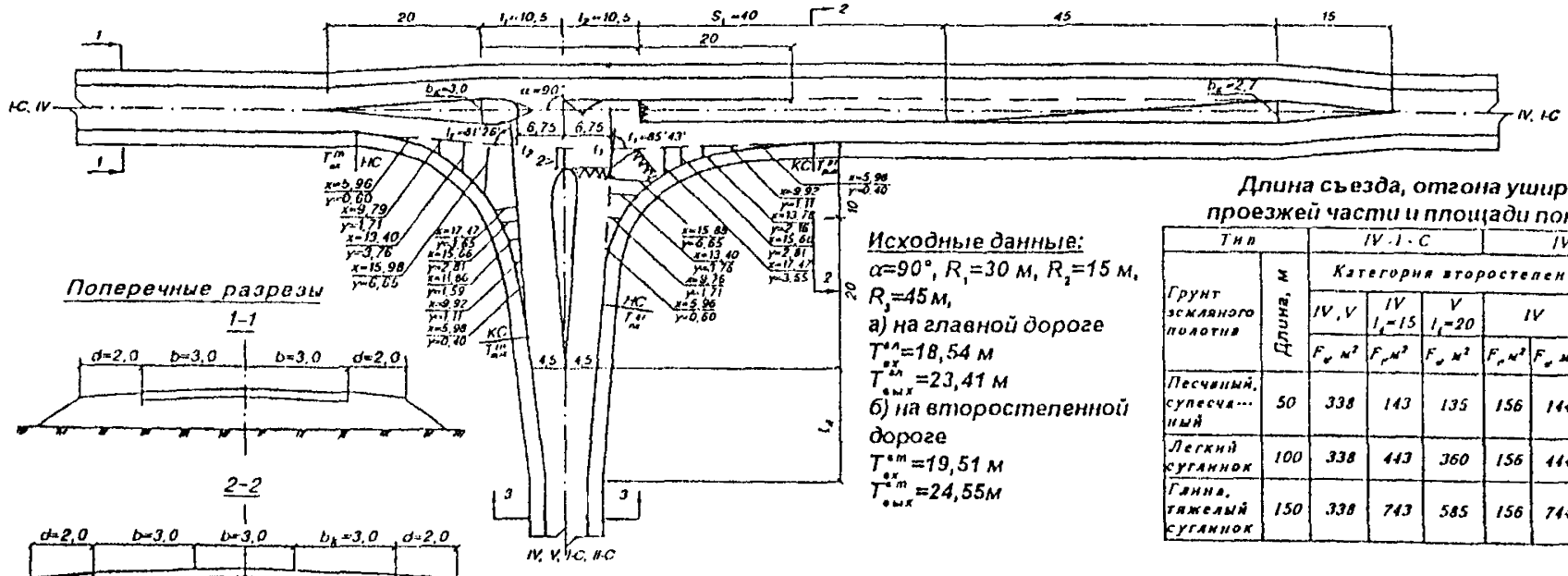
Расстояние «b» от разметки до оси

Угол пересечения α°	На пересечениях		На примыканиях	
	Категория дороги			
	II, III	IV	II, III	IV
	$R_м$ 15 м	$R_м$ 12 м	$R_м$ 15 м	$R_м$ 12 м
60	120	24,0	19,2	6,7	5,4
62	118	23,0	18,5	7,0	5,7
64	116	22,0	17,7	7,4	6,0
66	114	21,1	17,0	7,7	6,3
68	112	20,2	16,3	8,1	6,6
70	110	19,4	15,6	8,5	6,9
72	108	18,6	15,0	8,9	7,2
74	106	17,9	14,4	9,3	7,5
76	104	17,2	13,8	9,7	7,9
78	102	16,5	13,3	10,1	8,2
80	100	15,9	12,8	10,6	8,6
82	98	15,2	12,3	11,0	8,9
84	96	14,6	11,8	11,5	9,3
86	94	14,1	11,4	12,0	9,7
88	92	13,5	10,9	12,5	10,1
90	–	13,0	10,5	13,0	10,5

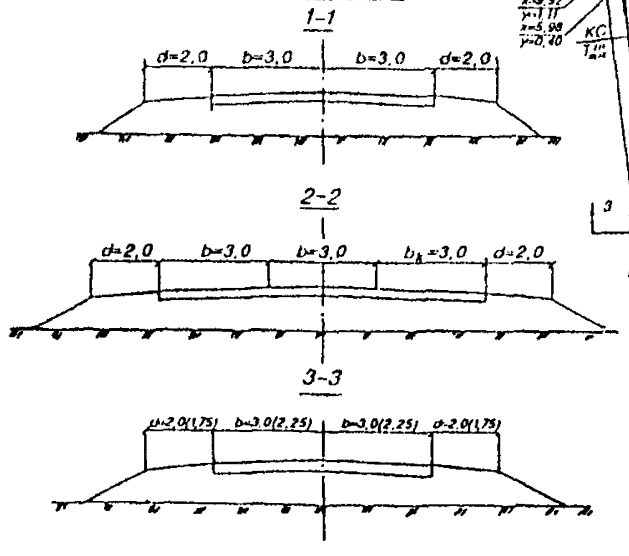
Тангенсы коробовых кривых и площади покрытия

Тип		III-3-С						III-4-С					
Угол	примыкания осей дорог, α	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°
	поворота коробовой кривой, t_1	56°12'	66°12'	76°12'	86°12'	96°12'	106°12'	116°12'	55°43'	65°43'	75°43'	85°43'	95°43'	105°43'	115°43'
	поворота коробовой кривой, t_2	112°55'	122°55'	132°55'	142°55'	152°55'	162°55'	172°55'	115°43'	105°43'	95°43'	85°43'	75°43'	65°43'	55°43'
Тангенсы коробовых кривых на дороге	главной	$T_{тш}^{пр}$	37,27	31,98	27,76	24,27	21,32	18,75	16,50	38,99	33,33	28,86	25,19	22,10	19,44	17,10
	второстепенной	$T_{тш}^{лев}$	18,25	20,77	23,57	26,72	30,35	34,70	40,03	18,91	21,53	24,42	27,66	31,43	36,06	41,66
		$T_{тш}^{пр}$	40,06	34,79	30,35	26,72	23,51	29,77	18,25	41,66	36,06	31,46	27,66	24,42	21,53	18,91
		$T_{тш}^{лев}$	16,50	18,75	21,32	24,27	27,76	31,98	37,27	17,10	19,44	22,10	25,19	28,86	33,33	38,99
Площади		$F_т$, м²	675	590	544	523	545	592	679	–	–	–	–	–	–	–
		$F_в$, м²	–	–	–	–	–	–	–	345	277	240	228	240	277	346

Сопряжение примыканий к дорогам IV категории дорог IV, V категорий коробовыми кривыми (R_1=30 м, R_2=15 м, R_3=45 м). Тип IV-1 С. Расчетная интенсивность движения (в сумме для обеих дорог) 1000 авт./сут и более



Поперечные разрезы



Исходные данные:

α=90°, R_1=30 м, R_2=15 м, R_3=45 м,

а) на главной дороге

$T^{гл}_{вх}$=18,54 м

$T^{гл}_{вых}$=23,41 м

б) на второстепенной дороге

$T^{вт}_{вх}$=19,51 м

$T^{вт}_{вых}$=24,55м

Длина съезда, отгона уширения проезжей части и площади покрытия

Тип		IV-1-С			IV-2-С			
Грунт земляного полотна	Длина, м	Категория второстепенной дороги						
		IV, V	IV l_1=15	V l_1=20	IV		V	
		$F_ф$ м²	$F_ф$ м²	$F_ф$ м²	$F_ф$ м²	$F_ф$ м²	$F_ф$ м²	$F_ф$ м²
Песчаный, супесчаный	50	338	143	135	156	144	117	108
Легкий суглинок	100	338	443	360	156	444	117	333
Глина, тяжелый суглинок	150	338	743	585	156	744	117	558

Длина полосы торможения и площади покрытия

Продольный уклон, ‰	Расчетная скорость 30 км/ч	
	$S_т$, м	$F_т$, м²
−40	50	329
−20	45	314
0	40	299
+20	35	284
+40	30	269

Тангенсы коробовых кривых и площади покрытия

Тип			IV-1-С							IV-2-С						
Угол	примыкания осей дорог, α		60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°
	поворота коробовой кривой, l_1		55°43'	65°43'	75°43'	85°43'	95°43'	103°43'	113°43'	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°
	поворота коробовой кривой, l_2		111°26'	101°26'	91°26'	81°26'	71°26'	61°26'	51°26'	120°	110°	100°	90°	80°	70°	60°
Тангенсы коробовых кривых на дорогах	второстепенной		28,02	24,17	21,08	18,54	16,40	14,37	13,01	32,25	27,42	23,68	20,69	18,22	16,12	14,34
	главной		17,57	19,69	21,98	24,55	27,53	31,10	35,57	18,47	20,65	23,05	25,77	28,97	32,88	37,88
	второстепенной		33,52	29,47	26,19	23,41	20,37	18,76	16,69	37,88	32,88	28,97	25,77	23,03	20,65	18,47
			13,64	15,32	17,27	19,57	22,33	25,71	30,00	14,34	16,12	18,22	20,69	23,68	27,42	32,25
Площади		$F_т$, м²	272	232	212	207	217	244	252	—	—	—	—	—	—	—
		F_1, м²	—	—	—	—	—	—	—	255	207	182	174	182	207	255

Примечание: Тип IV-2-С применяется **при расчетной интенсивности движения (в сумме для обеих дорог) менее 1000 авт./сут.**

Чертеж 18

3. «Суммированные» элементы кривой $Т_с$, $К_с$, $Д_с$, $Б_с$ находят по формулам: $Т_с = Т + \Delta Т$; $К_с = К + l_п$; $Д_с = Д + \Delta Д$; $Б_с = Б + \Delta Б$.

4. Прямоугольные координаты для разбивки сопряжения от «суммированного тангенса» определяют по таблице 1.3.

Пример 1. Расчет сопряжения примыкания переменной кривой под углом

Исходные данные. R=15м, $l_п$=20 м, α_1=75°, α_2=105°

Решение

1. α_1=75°

По табл. 1.1. $Т_1$=76,73·$\frac{15}{100}$=11,51 м,

$Д_1$=22,56·$\frac{15}{100}$=3,38 м,

$К_1$=130,9·$\frac{15}{100}$=19.63 м,

$Б_1$=26,04 $\frac{15}{100}$=3,90 м.

Проверка: $Д = 2 \cdot Т_1 - К_1 = 2\ 11{,}51 - 19{,}63 = 3{,}38$ м.

По табл. 1.2. $\Delta Т$ =(10,62+10,77):2=10,68м,

$\Delta Б$ =(1,34+1,39):2=1,37 м,

$\Delta Д = 2 \cdot \Delta Т - l_п = 2 \cdot 10{,}68 - 20 = 1{,}36$ м.

$Т_{c1} = Т + \Delta Т = 11{,}51 + 10{,}68 = 22{,}19$ м,

$К_{c1} = К + l_п = 19{,}63 + 20 = 39{,}63$ м.

$Д_{c1} = Д + \Delta Д = 3{,}38 + 1{,}36 = 4{,}74$ м.

$Б_{c1} = Б + \Delta Б = 3{,}90 + 1{,}36 = 5{,}26$ м.

Проверка: $Д_с = 2 \cdot Т_{c1} - К_с = 2 \cdot 22{,}19 - 39{,}63 = 4{,}75$ м.

2. α_2 =180°–75°=105°, R =15 м, $l_п$ =20 м.

По табл. 1.1. $Т_2$=130,32·$\frac{15}{100}$=19,55 м;

$К_2$=183,36·$\frac{15}{100}$=27,49 м;

$Д_2$=77,38·$\frac{15}{100}$=11,61 м;

$Б_2$=0,6426·$\frac{15}{100}$=9,64 м.

Проверка: $Д_2 = 2 \cdot Т_2 - К_2 = 2 \cdot 19{,}55 - 27{,}49 = 11{,}61$ м.

По табл. 1.2 $\Delta Т$ =(11,16+11,41):2=11,28м;

$\Delta Б$ =(1,70+1,91):2=1,8 м;

$\Delta Д = 2 \cdot 1{,}28 = 2{,}56$ м,

$\Delta К = l_п = 20$ м;

$Т_{с2} = Т_2 + \Delta Т = 19{,}55 + 11{,}28 = 30{,}83$ м;

$К_{с2} = К_2 + \Delta К = 27{,}49 + 20 = 47{,}49$ м.

$Д_{с2} = Д_2 + \Delta Д = 11{,}61 + 2{,}56 = 14{,}17$ м.

$Б_{с2} = Б_2 + \Delta Б = 9{,}64 + 1{,}80 = 11{,}44$ м.

Проверка: $Д_{с2} = 2 \cdot Т_{с2} - К_{с2} = 2 \cdot 30{,}83 - 47{,}49 = 14{,}17$ м.

3. Определение прямоугольных координат для разбивки сопряжения примыкания (табл. 1.3)

K	X	Y	K	X	Y
4	4	0,04	18	17,48	3,17
8	7,99	0,28	21	19,89	4,94
10	9,97	0,56	23	21,28	6,38
12	11,93	0,96	25	22,48	7,99
15	14,79	1,86	27	23,43	9,73

4. На пересечении кромок проезжей части главной и второстепенной дорог определяют местоположение точек t_1 и t_2.

5. Отточек t_1 (t_2) вдоль кромок проезжей части отмеряют величину $Т_{с1}$ ($Т_{с2}$), получают начало (НС) и конец (КС) сопряжения.

6. По прямоугольным координатам X_i, Y_i, производят разбивку сопряжения от НС (КС) вдоль кромок проезжей части на главной и второстепенной дорогах.

Простые пересечения и примыкания переходными кривыми в одном уровне на дорогах IV, V, I–с, II–с категорий под прямым, острым и тупым углами показаны на чертежах 19, 21, 23, 25.

4.3. Сопряжение пересечений (примыканий) автомобильных дорог в одном уровне коробовыми кривыми

Такие сопряжения выполняются различными сочетаниями радиусов кривых. Пересечения (примыкания) дорог III категории между собой выполняются радиусами R_1=40 м, R_2=20 м, R_3=60 м; дороги IV, V, I–с, II–с и III категории радиусами R_1=40 м, R_2=20 м, R_3=45 м, дороги IV, V, I–с, II–с категорий сопрягаются между собой радиусами R_1=30 м, R_2=15 м, R_3=45 м.

1. На пересечении кромок проезжей части главной и второстепенной дорог определяют точки t_1 и t_2.

2. От точки t_1 по кромке проезжей части отмеряют величины входного и выходного тангенсов, именуемые главными $Т^{гл}_{вх}$, $Т^{гл}_{вых}$ для транспорта съезжающего с главной дороги, а от точки t_2 – второстепенные $Т^{вт}_{вх}$, $Т^{вт}_{вых}$ для

транспорта, выезжающего на главную дорогу. Величина входного и выходного тангенсов определяется категориями дорог, радиусами сопряжения и углами пересечения (примыкания). Длина главного входного и выходного тангенсов определяется по внешнему углу пересечения (примыкания), а второстепенного – по внутреннему углу. Начало (НС) и конец (КС) сопряжения закрепляют кольями.

3. От «НС» (КС) вдоль тангенсов отмеряют абсциссы X_i, перпендикулярно к ней ординаты Y_i, и получают точки на коробовой кривой (k_i), закрепляемые кольями.

Пример 2. Расчет сопряжений примыкания дороги I–с–б категории к дороге той же категории коробовыми кривыми

Исходные данные. R_1=30 м, R_2=15 м, R_3=45 м.

1. α_1=80°, $T^{гл}_{вх}$=18,22 м, $T^{гл}_{вых}$=23,05м. (по табл. 1.5).

α_2=180–80=100°, $T^{вт}_{вх}$=23,68 м, $T^{вт}_{вых}$=28,97 м.

2. По табл. 1.6 определяют прямоугольные координаты для детальной разбивки сопряжения.

Расстояние по кривой сопряжения	$T^{гл}_{вх}$, $T^{вт}_{вх}$; R_1=30 м, R_2=15 м		$T^{гл}_{вых}$, $T^{вт}_{вых}$; R_2=15 м, R_3=45 м	
	X	Y	X	Y
6	5,96	0,60	5,98	0,40
8	7,90	1,06	7,96	0,71
10	9.79	1.71	9,92	1,11
12	11,57	2,63	11,86	1,59
14	13,21	3,76	13,78	2,16
16	14,69	5,11	15,66	2,81
18	15,98	6,65	17,47	3,65
20	–	–	19,16	4,37

Пример 3. Расчет сопряжения примыкания дороги I–с–б категории к дороге той же категории коробовыми кривыми.

Исходные данные:

1. $\alpha_1 = \alpha_2$=90°, R_1=30 м, R_2=15 м, R_3=45 м.

$T^{гл}_{вх} = T^{вт}_{ых}$=20,69 м, $T^{гл}_{вых} = T^{вт}_{вых}$=25,77 м.

2. По табл. 1.6 определяют прямоугольные координаты для детальной разбивки сопряжения (см. Таблицу прямоугольных координат, приведенную в примере 2).

Простые сопряжения пересечений (примыканий) коробовыми кривыми в одном уровне на дорогах IV, V, I–с, II–с категорий под прямыми, острыми и тупыми углами показаны на чертежах 20, 22, 24, 26.

Сопряжение пересечений (примыканий) под углом 90°, радиусом 15, 20, 25, 30 м показаны на чертеже 27.

Иногда изыскатели ошибаются в границах подробной съемки элементов дорог на местности. На чертеже 31 показаны «генеральные» размеры съемки местности на примыканиях и пересечениях дорог III и IV категорий с применением переходно–скоростных полос, а на чертеже 32 – простейших пересечений дорог низших категорий минимальных и максимальных размеров.

4.4. Особенности разбивки примыкания к внутренней стороне горизонтальной кривой (чертеж 28)

Такие примыкания по существующим правилам разбить невозможно, так как концы расчетных тангенсов располагаются не вдоль кривых кромок проезжей части, а на покрытии дороги ближе к ее оси. **Однако сопряжение примыканий к внутренней стороне горизонтальных кривых можно выполнить если ось примыкания пересекается с осью дороги в середине кривой. В любой другой точке на горизонтальной кривой** (ближе к **НК или КК**) **примыкание разбить практически нельзя.**

Порядок разбивки примыкания к горизонтальной кривой.

1. Исходные данные

1.1. Угол поворота основной дороги α.

1.2. Радиус кривой и величина переходной кривой.

1.3. Угол примыкания к дороге α_1, α_2.

1.4. Радиус сопряжения и величина переходной кривой.

2. Решение

а) основная дорога

2.1. По углу поворота и радиусу определяют основные элементы кривой $Т, К, Д, Б$ (табл. 1.1).

2.2. По радиусу и переходной кривой определяют дополнения к основным элементам горизонтальной кривой $\Delta Т$, $\Delta Б$ (табл. 1.2).

2.3. Определяют «суммированные» элементы горизонтальной кривой $Т_с, К_с, Д_с, Б_с$.

2.4. Определяют прямоугольные координаты X_i, Y_i, для разбивки горизонтальной кривой от тангенса (табл. 13).

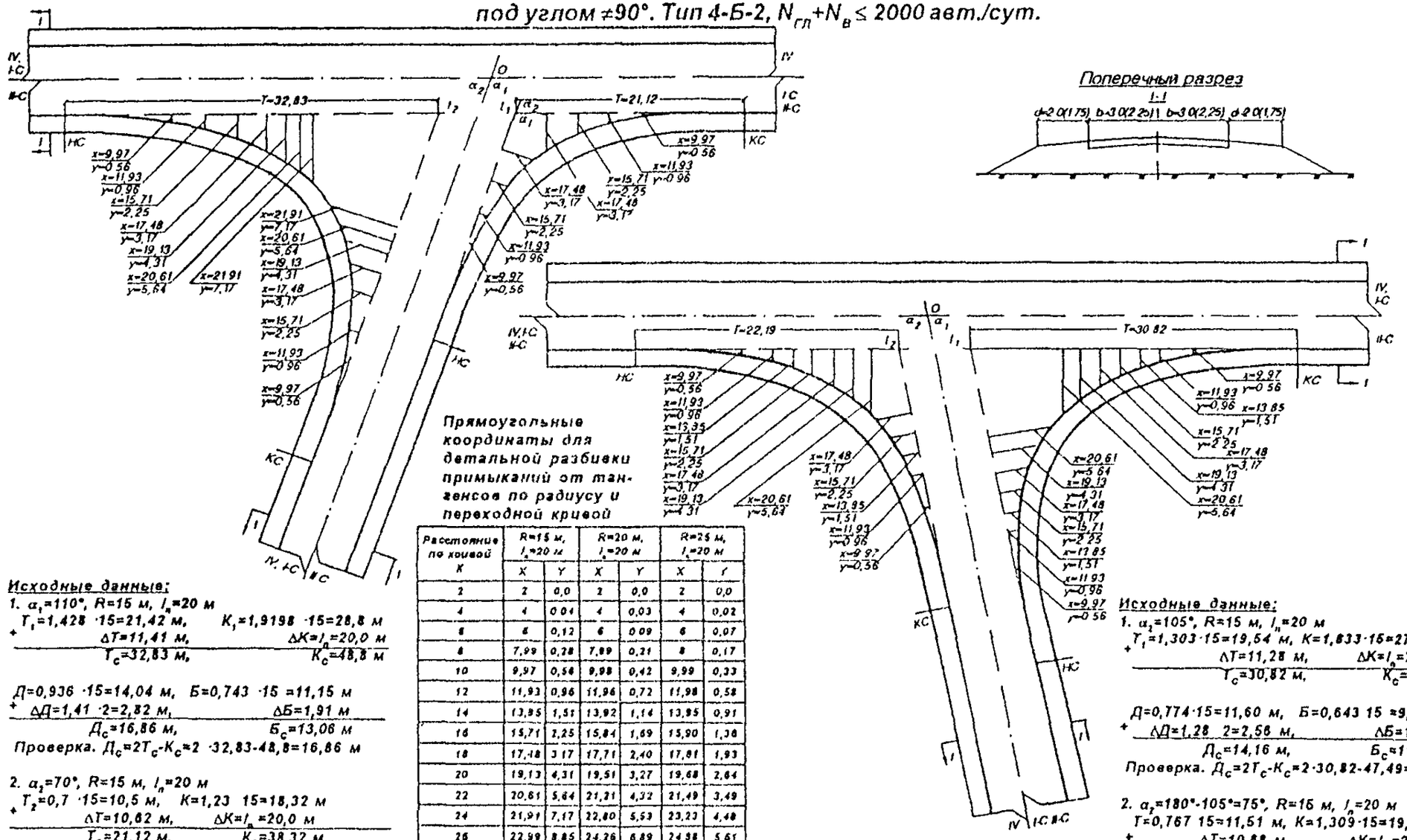
б) примыкание

2.5. По принятому радиусу сопряжения и углу примыкания определяют основные элементы сопряжения примыкания $Т, К, Д, Б$ (табл. 1.1).

2.6. По радиусу сопряжения и переходной кривой определяют дополнения $\Delta Т$, $\Delta Б$ (табл. 1.2).

2.7. Определяют «суммированные» элементы сопряжения горизонтальной кривой $Т_{с1}$, $Т_{с2}$, $К_{с1}$, $К_{с2}$ и т. д.

Сопряжение примыканий автомобильных дорог IV, V, I-С, II-С категорий в одном уровне под углом ≠90°. Тип 4-Б-2, $N_{гл}+N_{в} \leq 2000$ авт./сут.



Поперечный разрез 1-1

Прямоугольные координаты для детальной разбивки примыканий от тангенсов по радиусу и переходной кривой

Расстояние по кривой	R=15 м, $l_п$=20 м		R=20 м, $l_п$=20 м		R=25 м, $l_п$=20 м	
K	X	Y	X	Y	X	Y
2	2	0,0	2	0,0	2	0,0
4	4	0,01	4	0,03	4	0,02
6	6	0,12	6	0,09	6	0,07
8	7,99	0,28	7,99	0,21	8	0,17
10	9,97	0,56	9,98	0,42	9,99	0,33
12	11,93	0,96	11,96	0,72	11,98	0,58
14	13,85	1,51	13,92	1,14	13,95	0,91
16	15,71	2,25	15,84	1,69	15,90	1,36
18	17,48	3,17	17,71	2,40	17,81	1,93
20	19,13	4,31	19,51	3,27	19,68	2,64
22	20,61	5,64	21,21	4,32	21,49	3,49
24	21,91	7,17	22,80	5,53	23,23	4,48
26	22,99	8,85	24,26	6,89	24,88	5,61
28	·	·	25,58	8,39	26,43	6,87
30	·	·	26,75	10,03	27,88	8,25
32	·	·	27,74	11,75	29,21	9,73
34	·	·	·	·	30,43	11,32
36			·	·	31,51	13,01
38	·	·	·	·	32,45	14,71

Исходные данные:

1. α_1=110°, R=15 м, $l_п$=20 м

T_1=1,428 ·15=21,42 м, K_1=1,9198 ·15=28,8 м

+ ΔT=11,41 м, ΔK=$l_п$=20,0 м

T_c=32,83 м, K_c=48,8 м

Д=0,936 ·15=14,04 м, Б=0,743 ·15 =11,15 м

+ ΔД=1,41 ·2=2,82 м, ΔБ=1,91 м

$Д_c$=16,86 м, $Б_c$=13,06 м

Проверка. $Д_c=2T_c-K_c=2 \cdot 32,83-48,8=16,86$ м

2. α_2=70°, R=15 м, $l_п$=20 м

T_2=0,7 ·15=10,5 м, K=1,23 15=18,32 м

+ ΔT=10,62 м, ΔK=$l_п$=20,0 м

T_c=21,12 м, K_c=38,32 м

Д=0,178 15=2,68 м, Б=0,22 ·15=3,31 м

+ ΔД=0,62 2=1,24 м, ΔБ=1,34 м

$Д_c$=3,92 м, $Б_c$=3,65 м

Проверка $Д_c=2T_c-K_c=2 \cdot 21,12-38,32=3,92$ м

Исходные данные:

1. α_1=105°, R=15 м, $l_п$=20 м

T_1=1,303·15=19,54 м, K=1,833·15=27,49м

+ ΔT=11,28 м, ΔK=$l_п$=20,0 м

T_c=30,82 м, K_c=47,49 м

Д=0,774·15=11,60 м, Б=0,643 15 =9,64 м

+ ΔД=1,28 2=2,56 м, ΔБ=1,8 м

$Д_c$=14,16 м, $Б_c$=11,44 м

Проверка. $Д_c=2T_c-K_c=2 \cdot 30,82-47,49=14,15$ м

2. α_2=180°-105°=75°, R=15 м, $l_п$=20 м

T=0,767 15=11,51 м, K=1,309·15=19,63 м

+ ΔT=10,68 м, ΔK=$l_п$=20,0 м

T_c=22,19 м, K_c=39,63 м

Д=0,225 15=3,38 м, Б=0,261 15=3,9 м

+ ΔД=0,62 2=1,36 м, ΔБ=1,39 м

$Д_c$=4,74 м, $Б_c$=5,29 м

Проверка. $Д_c=2T_c-K_c=2$ 22,19-39,63=4,74 м

Чертеж 19

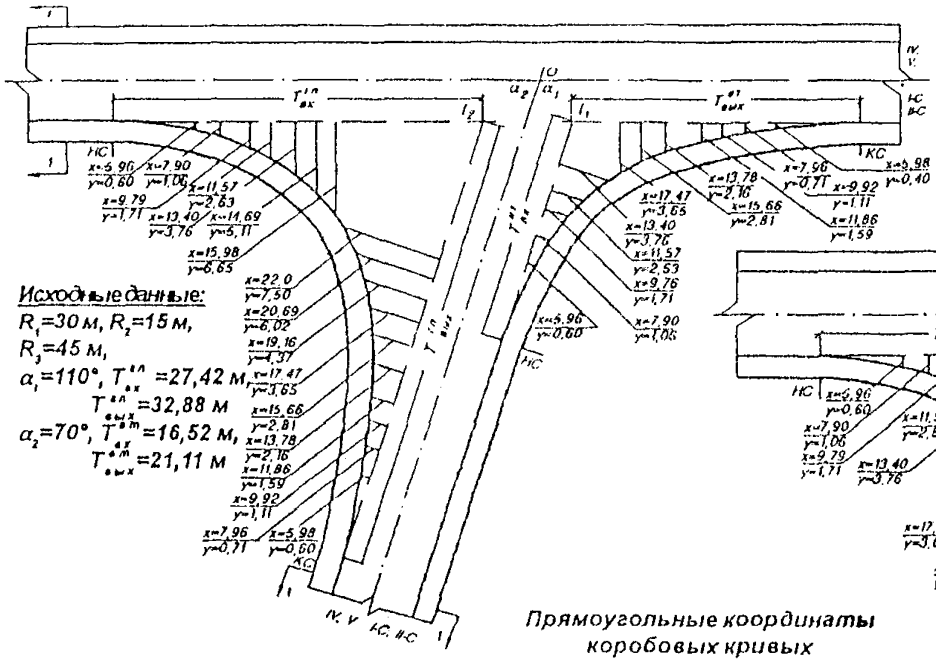
Сопряжение примыканий автомобильных дорог IV, V, I-С, II-С категорий под углом ≠ 90° коробовыми кривыми.

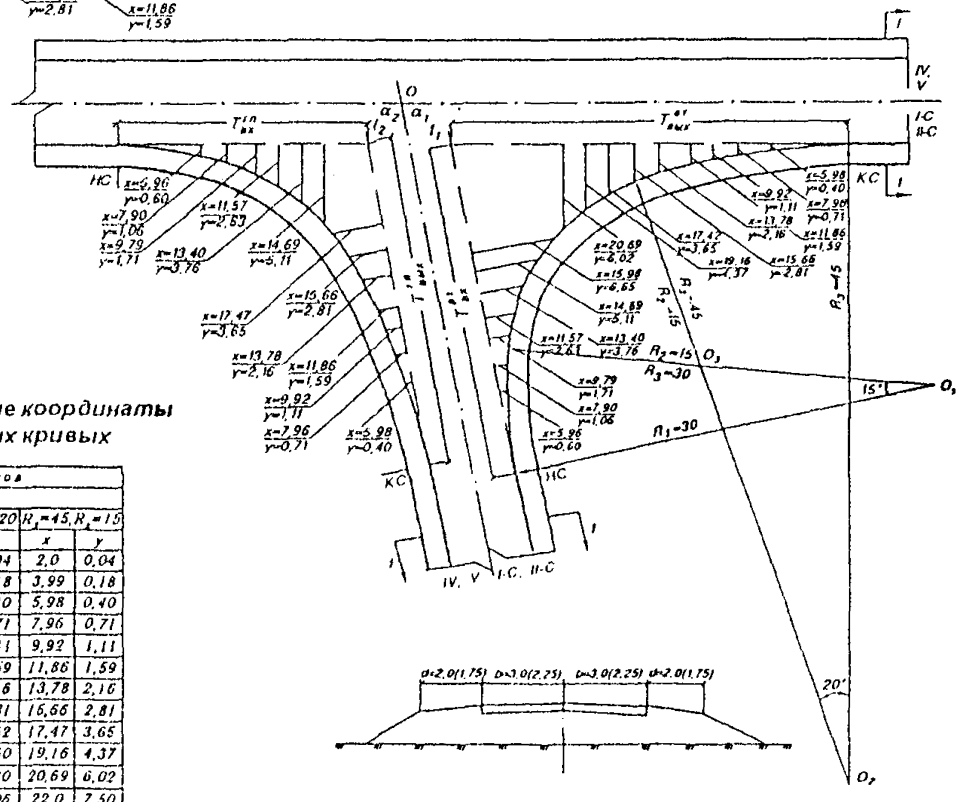
Тип IV-2-С

Исходные данные:

α_1=80°, R_1=30 м, R_2=15 м, R_3=45 м, $T_{вх}^{гл}$=18,22 м, $T_{вых}^{гл}$=23,05 м

α_2=100°, $T_{вх}^{ост}$=23,62 м, $T_{вых}^{ост}$=28,47 м





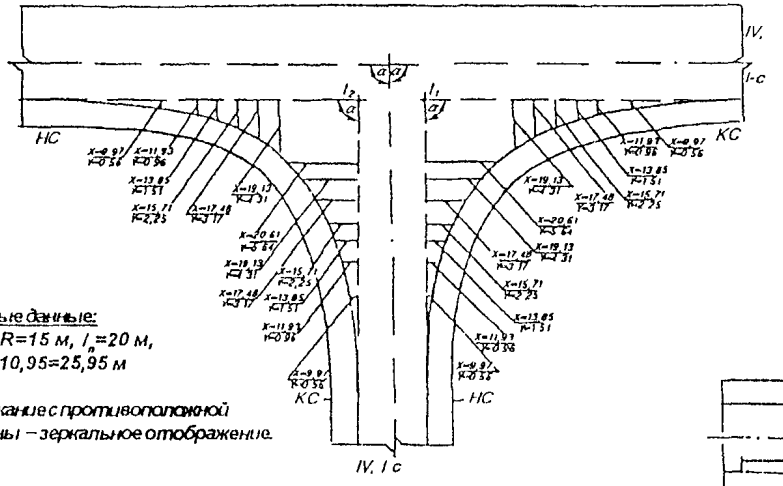
Прямоугольные координаты коробовых кривых

Длина кривой, м	От входных тангенсов						От выходных тангенсов							
	Радиусы сопряжений, м													
	R_1=50, R_2=25		R_1=40, R_2=20		R_1=30, R_2=15		R_3=60, R_2=20		R_3=45, R_2=25		R_3=45, R_2=20		R_3=45, R_2=15	
	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
2,0	2,0	0,01	2,0	0,05	2,0	0,07	2,0	0,03	2,0	0,01	2,0	0,01	2,0	0,01
4,0	4,0	0,16	3,99	0,20	3,99	0,27	4,0	0,13	3,99	0,18	3,99	0,18	3,99	0,18
6,0	5,99	0,36	5,98	0,45	5,96	0,60	5,99	0,30	5,98	0,40	5,98	0,40	5,98	0,40
8,0	7,97	0,64	7,96	0,80	7,90	1,06	7,98	0,53	7,96	0,71	7,96	0,71	7,96	0,71
10	9,93	1,0	9,90	1,24	9,79	1,71	9,95	0,83	9,92	1,11	9,92	1,11	9,92	1,11
12	11,88	1,44	11,81	1,81	11,57	2,63	11,92	1,20	11,86	1,59	11,86	1,59	11,86	1,59
14	13,81	1,95	13,66	2,57	13,40	3,76	13,87	1,62	13,78	2,16	13,78	2,16	13,78	2,16
16	15,70	2,61	15,42	3,51	14,69	5,11	15,81	2,12	15,66	2,98	15,66	2,81	15,66	2,81
18	17,52	3,42	17,09	4,61	15,98	6,65	17,73	2,68	17,51	3,50	17,51	3,62	17,47	3,65
20	19,27	4,38	18,63	5,89	–	–	19,63	3,30	19,28	4,52	19,24	4,60	19,16	4,37
22	20,96	5,47	20,04	6,28	–	–	21,51	4,01	20,96	5,58	20,87	5,80	20,69	6,02
24	22,53	6,70	21,29	8,87	–	–	23,31	4,87	22,57	6,77	22,37	7,06	22,0	7,50
26	24,02	8,04	–	–	–	–	25,01	5,83	24,07	8,09	23,75	8,51	23,15	9,16
28	25,38	9,51	–	–	–	–	26,59	7,14	25,46	9,53	24,97	10,09	–	–
30	26,66	11,08	–	–	–	–	28,05	8,51	26,63	11,06	26,03	11,80	–	–
32	–	–	–	–	–	–	29,37	10,0	27,88	12,71	–	–	–	–
34	–	–	–	–	–	–	30,53	11,64	28,95	14,09	–	–	–	–

Чертеж 20

Сопряжение примыканий автомобильных дорог под прямым углом

А. Переходными кривыми

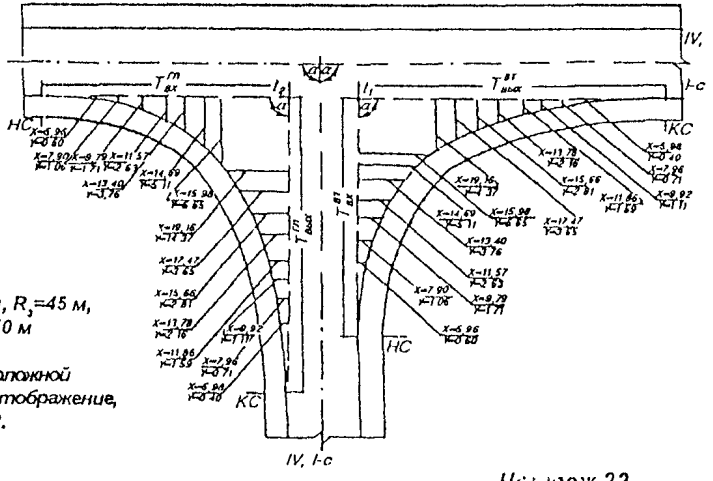


Исходные данные:
$\alpha=90°$, $R=15$ м, $l_п=20$ м,
$T_с=15+10,95=25,95$ м

Примыкание с противоположной стороны – зеркальное отображение.

Чертеж 21

Б. Коробовыми кривыми

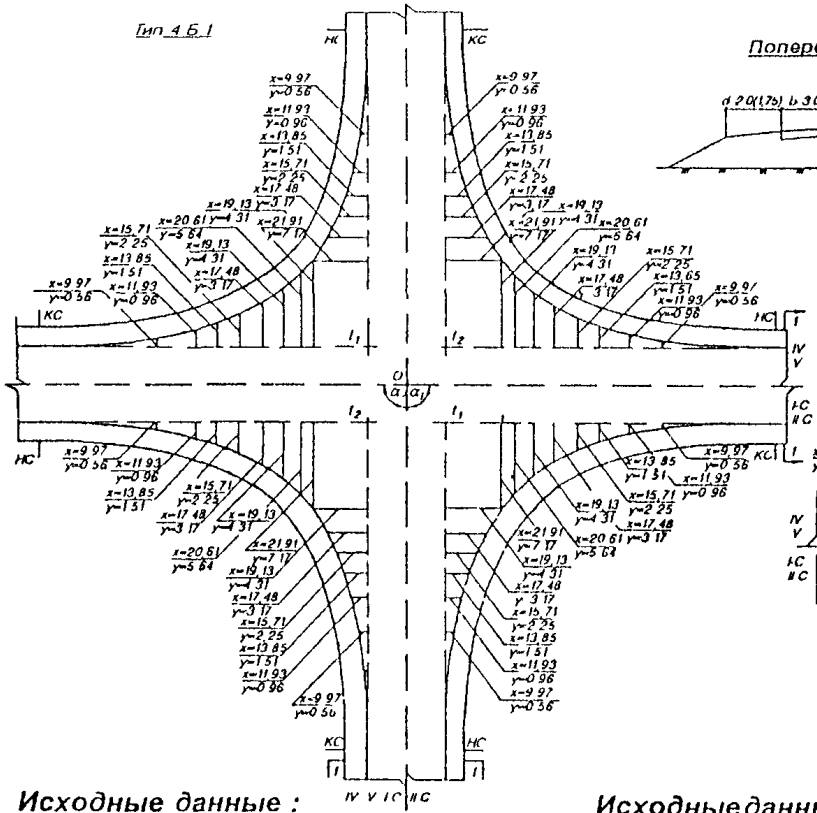


Исходные данные:
$\alpha=90°$, $R_1=30$ м, $R_2=15$ м, $R_3=45$ м,
$T_{вх}^{пр}=20,69$ м, $T_{вых}^{пр}=25,70$ м

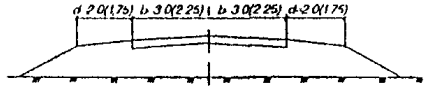
Примыкание с противоположной стороны – зеркальное отображение, но с разворотом на 180°.

Чертеж 22

Тип 4 Б 1



Поперечный разрез
1-1



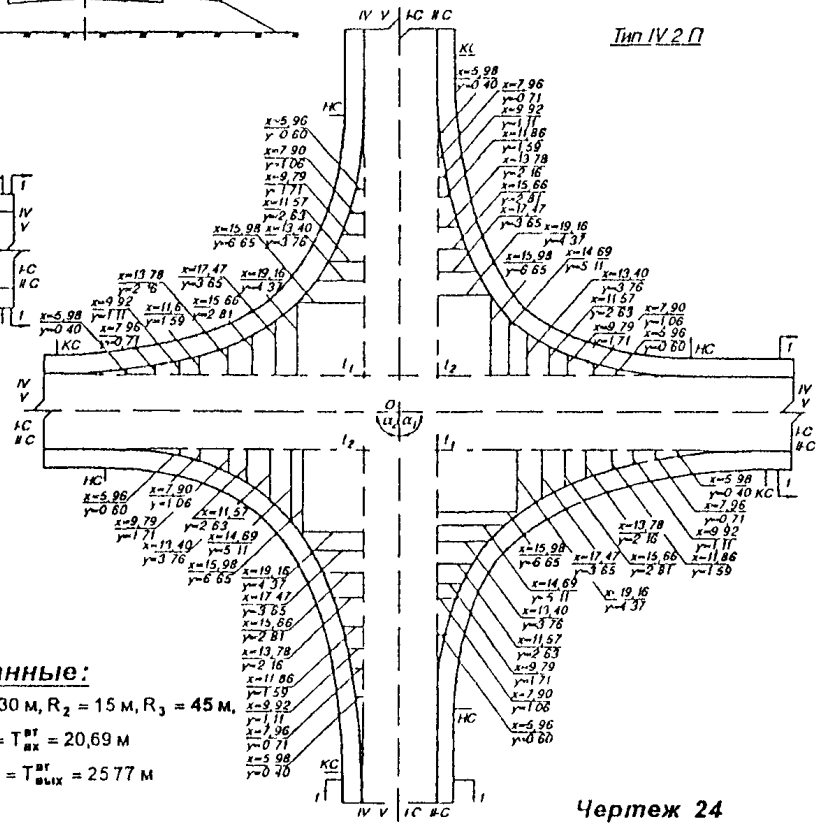
Исходные данные :

$\alpha = 90°$, $R_1 = 15$ м, $l_n = 20$ м,

$T_c = 15 + 10{,}95 = 25{,}95$ м

Чертеж 23

Тип IV 2 П



Исходные данные:

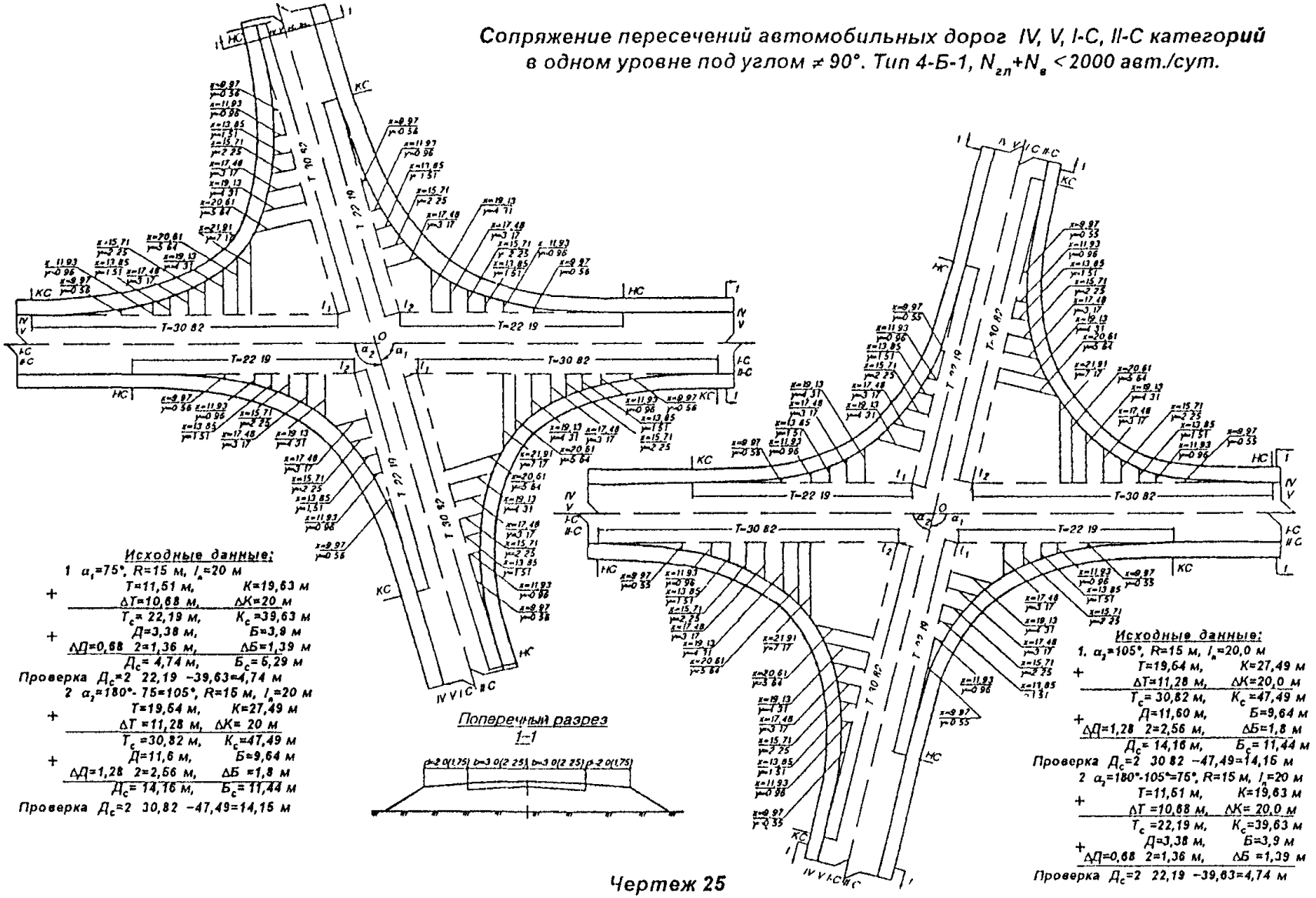
$\alpha_1 = \alpha_2 = 90°$, $R_1 = 30$ м, $R_2 = 15$ м, $R_3 = 45$ м,

$T^{гл}_{вх} = T^{вт}_{вх} = 20{,}69$ м

$T^{гл}_{вых} = T^{вт}_{вых} = 25\,77$ м

Чертеж 24

Сопряжение пересечений автомобильных дорог IV, V, I-С, II-С категорий в одном уровне под углом ≠ 90°. Тип 4-Б-1, $N_{2л}+N_{в}$ < 2000 авт./сут.



Исходные данные:

1 α_1=75°, R=15 м, $l_п$=20 м

T=11,51 м,	K=19,63 м
ΔT=10,68 м,	ΔK=20 м
T_c= 22,19 м,	K_c=39,63 м
Д=3,38 м,	Б=3,9 м
ΔД=0,68 2=1,36 м,	ΔБ=1,39 м
$Д_c$= 4,74 м,	$Б_c$= 5,29 м

Проверка $Д_c$=2 22,19 −39,63=4,74 м

2 α_2=180°- 75=105°, R=15 м, $l_п$=20 м

T=19,64 м,	K=27,49 м
ΔT =11,28 м,	ΔK= 20 м
T_c =30,82 м,	K_c=47,49 м
Д=11,6 м,	Б=9,64 м
ΔД=1,28 2=2,56 м,	ΔБ =1,8 м
$Д_c$= 14,16 м,	$Б_c$= 11,44 м

Проверка $Д_c$=2 30,82 −47,49=14,16 м

Поперечный разрез
I–I

Исходные данные:

1. α_2=105°, R=15 м, $l_п$=20,0 м

T=19,64 м,	K=27,49 м
ΔT=11,28 м,	ΔK=20,0 м
T_c= 30,82 м,	K_c=47,49 м
Д=11,60 м,	Б=9,64 м
ΔД=1,28 2=2,56 м,	ΔБ=1,8 м
$Д_c$= 14,16 м,	$Б_c$= 11,44 м

Проверка $Д_c$=2 30 82 −47,49=14,16 м

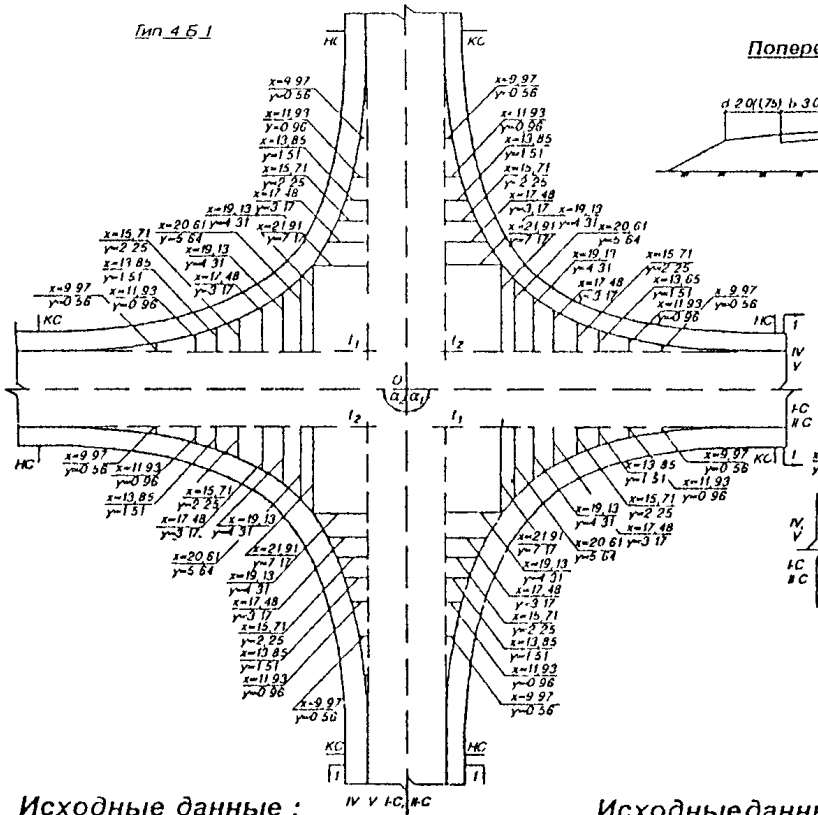
2 α_1=180°-105°=75°, R=15 м, $l_п$=20 м

T=11,51 м,	K=19,63 м
ΔT =10,68 м,	ΔK= 20,0 м
T_c =22,19 м,	K_c=39,63 м
Д=3,38 м,	Б=3,9 м
ΔД=0,68 2=1,36 м,	ΔБ =1,39 м

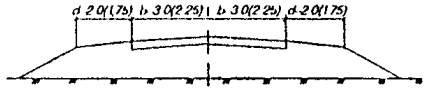
Проверка $Д_c$=2 22,19 −39,63=4,74 м

Чертеж 25

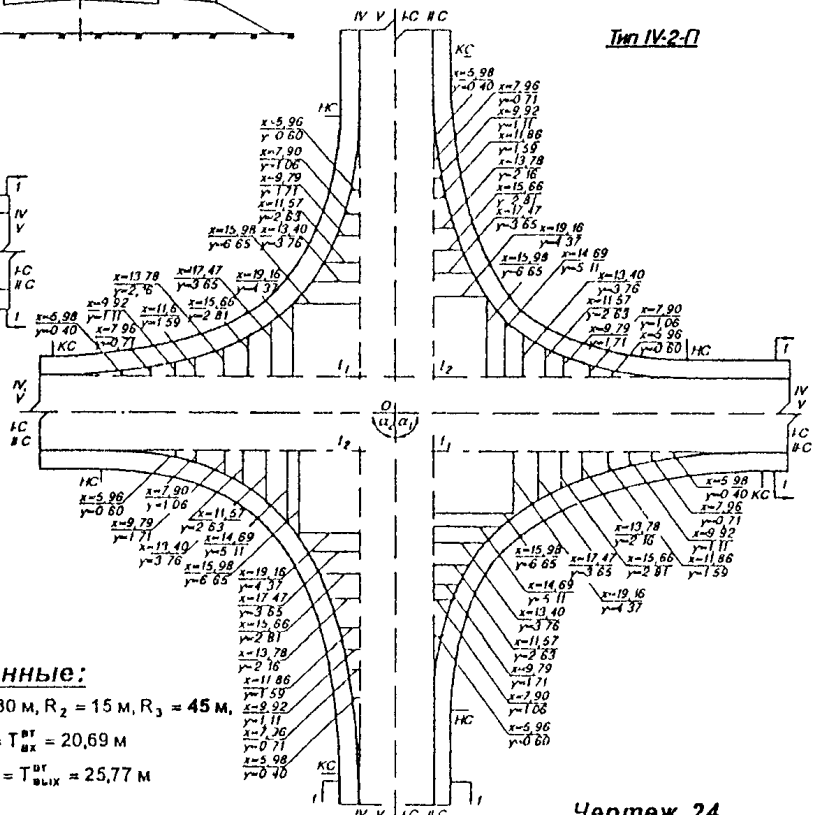
Тип 4 Б 1



Поперечный разрез
1-1



Тип IV-2-П



Исходные данные :

α = 90°, R_1 = 15 м, l_n = 20 м,

T_c = 15 + 10,95 = **25,95 м**

Чертеж 23

Исходные данные:

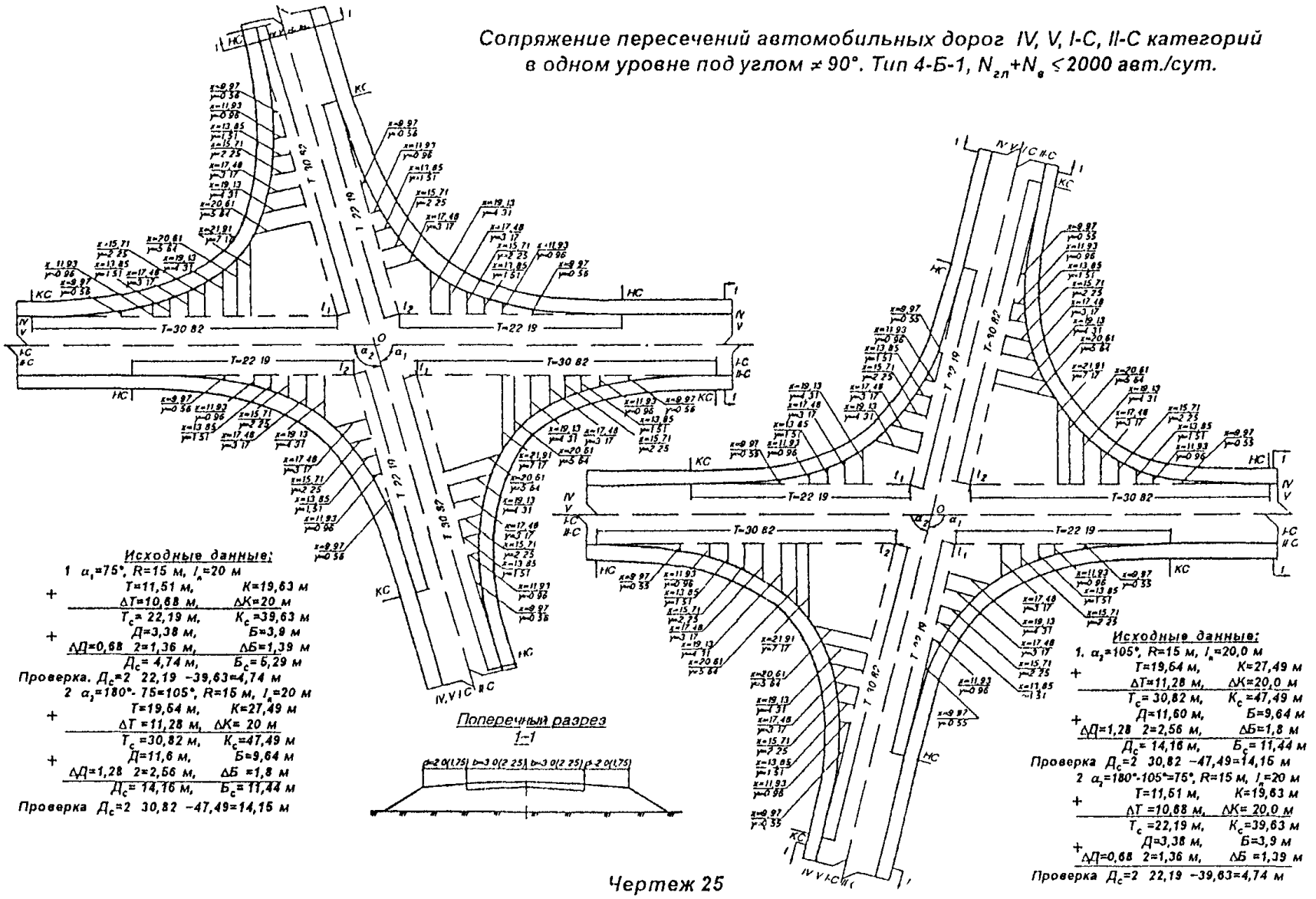
$\alpha_1 = \alpha_2$ = 90°, R_1 = 30 м, R_2 = 15 м, R_3 = **45 м**,

$T^{гл}_{вх} = T^{вт}_{вх}$ = 20,69 м

$T^{гл}_{вых} = T^{вт}_{вых}$ = 25,77 м

Чертеж 24

Сопряжение пересечений автомобильных дорог IV, V, I-С, II-С категорий в одном уровне под углом ≠ 90°. Тип 4-Б-1, $N_{2л}+N_{в} \leq 2000$ авт./сут.



Исходные данные:

1 α_1=75°, R=15 м, $l_к$=20 м

T=11,51 м,	K=19,63 м
ΔT=10,68 м,	ΔK=20 м
T_c= 22,19 м,	K_c=39,63 м
Д=3,38 м,	Б=3,9 м
ΔД=0,68 2=1,36 м,	ΔБ=1,39 м
$Д_c$= 4,74 м,	$Б_c$= 5,29 м

Проверка. $Д_c$=2 22,19 −39,63=4,74 м

2 α_2=180°- 75=105°, R=15 м, $l_к$=20 м

T=19,64 м,	K=27,49 м
ΔT =11,28 м,	ΔK= 20 м
T_c =30,82 м,	K_c=47,49 м
Д=11,6 м,	Б=9,64 м
ΔД=1,28 2=2,56 м,	ΔБ =1,8 м
$Д_c$= 14,16 м,	$Б_c$= 11,44 м

Проверка $Д_c$=2 30,82 −47,49=14,15 м

Поперечный разрез
1–1

Исходные данные:

1. α_2=105°, R=15 м, $l_к$=20,0 м

T=19,64 м,	K=27,49 м
ΔT=11,28 м,	ΔK=20,0 м
T_c= 30,82 м,	K_c=47,49 м
Д=11,60 м,	Б=9,64 м
ΔД=1,28 2=2,56 м,	ΔБ=1,8 м
$Д_c$= 14,16 м,	$Б_c$= 11,44 м

Проверка $Д_c$=2 30,82 −47,49=14,16 м

2 α_2=180°-105°=75°, R=15 м, $l_к$=20 м

T=11,51 м,	K=19,63 м
ΔT =10,68 м,	ΔK= 20,0 м
T_c =22,19 м,	K_c=39,63 м
Д=3,38 м,	Б=3,9 м
ΔД=0,68 2=1,36 м,	ΔБ =1,39 м

Проверка $Д_c$=2 22,19 −39,63=4,74 м

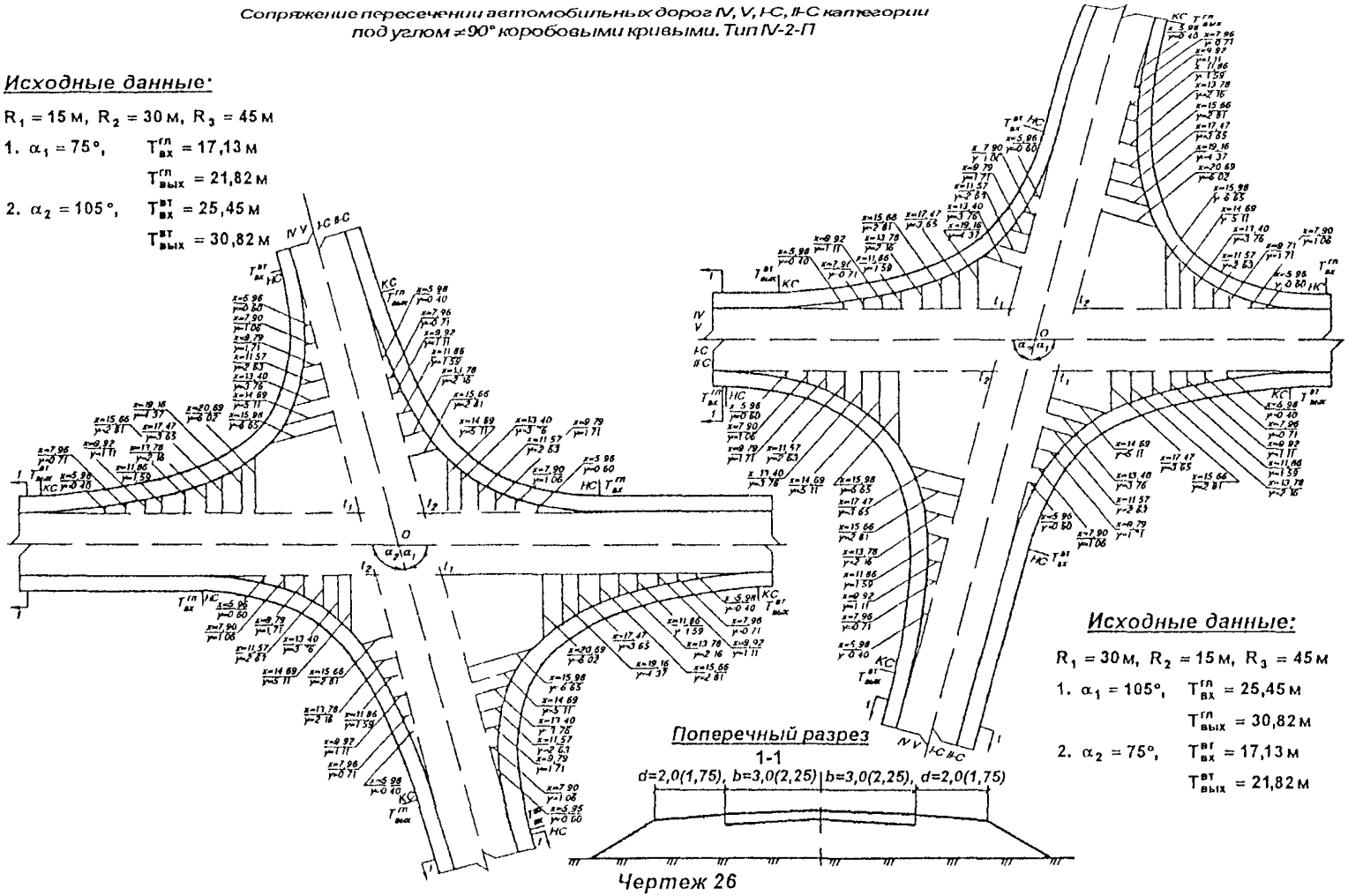
Чертеж 25

Сопряжение пересечений автомобильных дорог IV, V, I-С, II-С категорий под углом ≠90° коробовыми кривыми. Тип IV-2-П

Исходные данные:

$R_1 = 15$ м, $R_2 = 30$ м, $R_3 = 45$ м

1. $\alpha_1 = 75°$, $T^{гл}_{вх} = 17{,}13$ м
   $T^{гл}_{вых} = 21{,}82$ м
2. $\alpha_2 = 105°$, $T^{вт}_{вх} = 25{,}45$ м
   $T^{вт}_{вых} = 30{,}82$ м



Поперечный разрез
1-1
d=2,0(1,75), b=3,0(2,25) b=3,0(2,25), d=2,0(1,75)

Исходные данные:

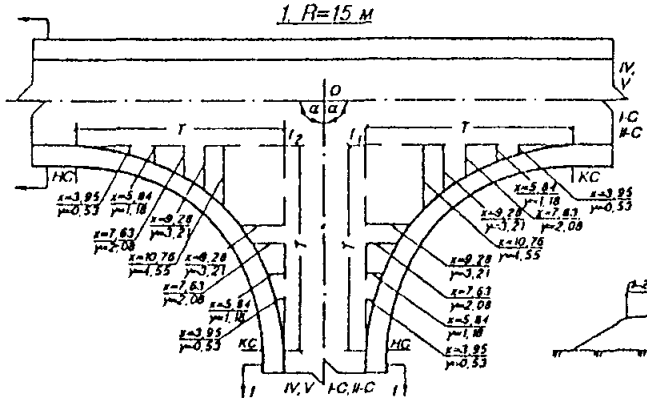
$R_1 = 30$ м, $R_2 = 15$ м, $R_3 = 45$ м

1. $\alpha_1 = 105°$, $T^{гл}_{вх} = 25{,}45$ м
   $T^{гл}_{вых} = 30{,}82$ м
2. $\alpha_2 = 75°$, $T^{вт}_{вх} = 17{,}13$ м
   $T^{вт}_{вых} = 21{,}82$ м

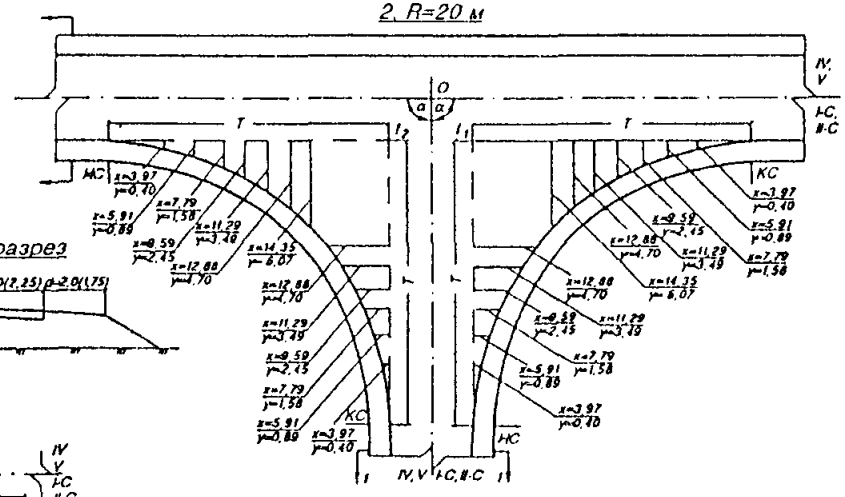
Чертеж 26

Сопряжения примыканий автомобильных дорог IV, V, I-С, II-С категорий под углом 90° радиусами:

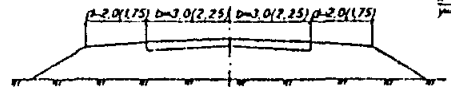
1. R=15 м



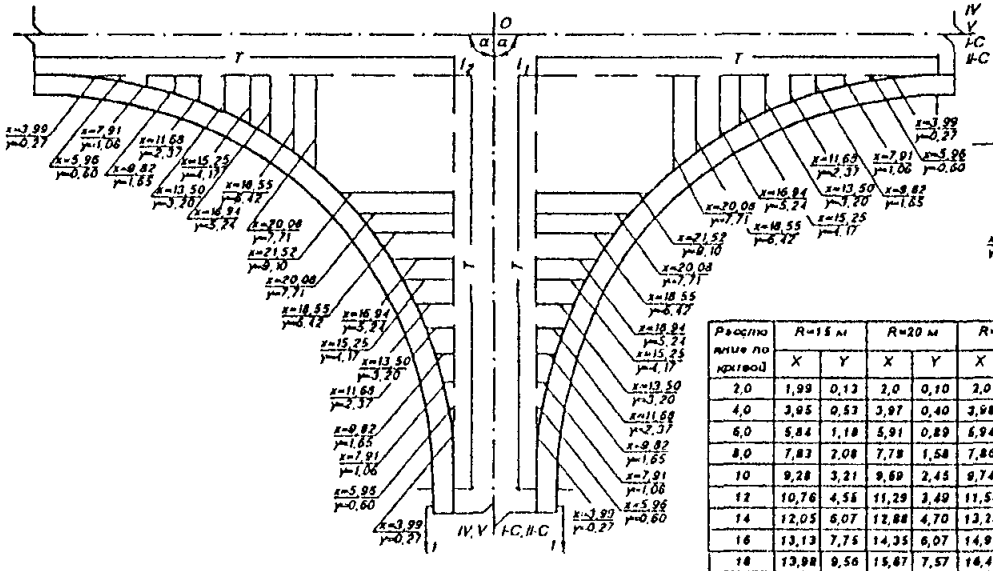
2. R=20 м



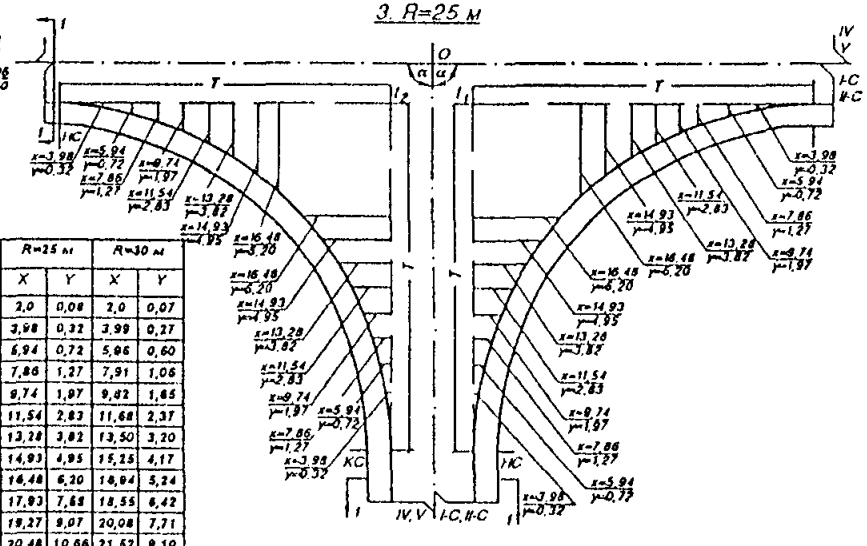
Поперечный разрез



4. R=30 м



3. R=25 м

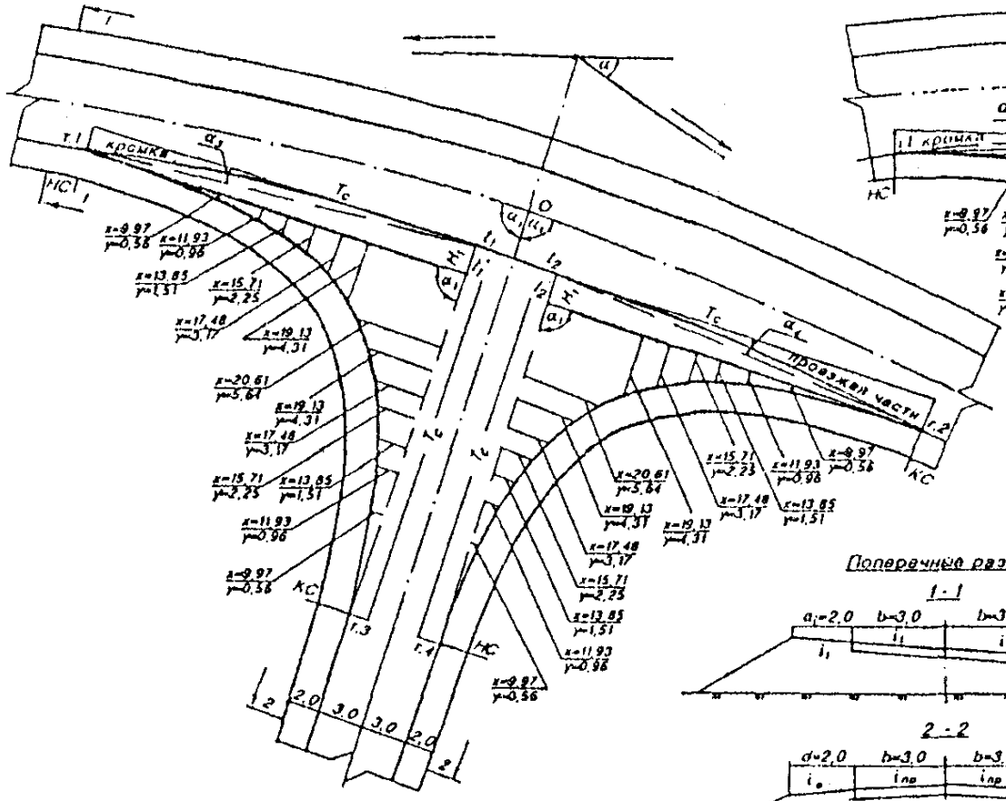


Расположение по кривой	R=15 м		R=20 м		R=25 м		R=30 м	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
2,0	1,99	0,13	2,0	0,10	2,0	0,08	2,0	0,07
4,0	3,95	0,53	3,97	0,40	3,98	0,32	3,99	0,27
6,0	5,84	1,18	5,91	0,89	5,94	0,72	5,96	0,60
8,0	7,83	2,08	7,78	1,58	7,86	1,27	7,91	1,06
10	9,28	3,21	9,69	2,45	9,74	1,97	9,82	1,65
12	10,76	4,56	11,29	3,49	11,54	2,83	11,68	2,37
14	12,05	6,07	12,88	4,70	13,28	3,82	13,50	3,20
16	13,13	7,75	14,35	6,07	14,93	4,95	15,25	4,17
18	13,98	9,56	15,67	7,57	16,48	6,20	16,94	5,24
20	14,58	11,47	16,83	9,19	17,93	7,65	18,55	6,42
22	14,92	13,44	17,82	10,93	19,27	9,07	20,08	7,71
24	15,0	15,45	18,64	12,75	20,48	10,66	21,52	9,10
26	–	–	19,27	14,65	21,56	12,34	22,87	10,56
28	–	–	19,71	16,60	22,50	14,11	24,11	12,15
30	–	–	19,95	18,59	23,30	15,90	25,24	13,79
32	–	–	–	–	23,95	17,83	26,27	15,61
34	–	–	–	–	24,45	18,77	27,13	17,29

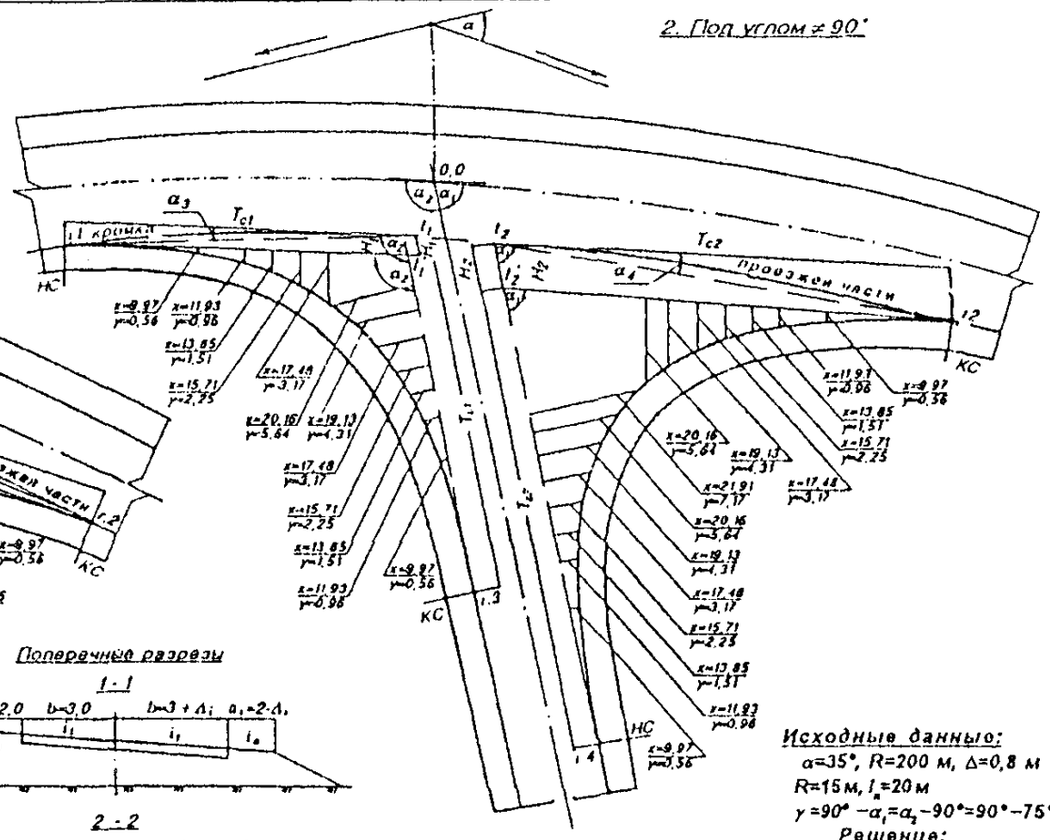
Чертеж 27

Сопряжение примыканий к круговой кривой. Тип 4-Б-2

1. Под углом 90°



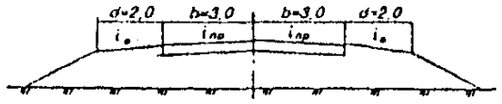
2. Под углом ≠ 90°

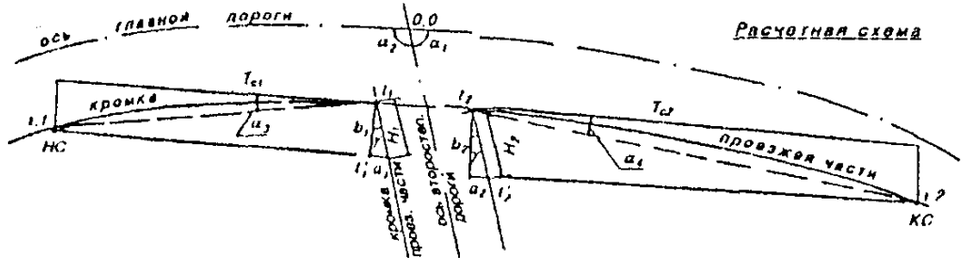


Поперечные разрезы

1 - 1

2 - 2





Расчетная схема

Исходные данные:

$\alpha = 35°$, $R = 200$ м, $\Delta = 0{,}8$ м

$\alpha_1 = 90°$, $R_1 = 15$ м, $l_n = 20$ м

Решение:

$T_c = 15{,}0 + 10{,}95 = 25{,}95$ м

$$\alpha_3 = \alpha_4 = \frac{180 \cdot 25{,}95}{3{,}14 \cdot 200} = 7{,}44° = 7°26'$$

$b = H = T_{c1} \cdot tg\alpha_3 = 25{,}95 \cdot tg7°26' = 25{,}95 \cdot 0{,}1306 = 3{,}39$ м

Исходные данные:

$\alpha = 35°$, $R = 200$ м, $\Delta = 0{,}8$ м

$R = 15$ м, $l_n = 20$ м

$\gamma = 90° - \alpha_1 = \alpha_2 - 90° = 90° - 75° = 15°$

Решение:

$\alpha_1 = 75°$, $T_{c1} = 11{,}51 + 10{,}69 = 22{,}20$ м

$$\alpha_3 = \frac{180 \cdot 22{,}20}{3{,}14 \cdot 200} = 6{,}36° = 6°22'$$

$b_1 = T_{c1} \cdot tg\alpha_3 = 22{,}20 \cdot tg6°22' = 2{,}48$ м

$a_1 = b_1 \cdot tg\gamma = 2{,}48 \cdot tg15° = 2{,}48 \cdot 0{,}2679 = 0{,}67$ м

$H_1 = \sqrt{b_1^2 + a_1^2} = \sqrt{2{,}48^2 + 0{,}67^2} = 2{,}57$ м

$\alpha_2 = 105°$, $T_{c2} = 19{,}54 + 11{,}29 = 30{,}83$ м

$$\alpha_4 = \frac{180 \cdot 30{,}83}{3{,}14 \cdot 200} = 8{,}83° = 8°50'$$

$b_2 = T_{c2} \cdot tg\alpha_4 = 30{,}83 \cdot tg8°50' = 30{,}83 \cdot 0{,}1554 = 4{,}79$ м

$a_2 = b_2 \cdot tg\gamma = 4{,}79 \cdot tg15° = 4{,}79 \cdot 0{,}2679 = 1{,}28$ м

$H_2 = \sqrt{b_2^2 + a_2^2} = \sqrt{4{,}79^2 + 1{,}28^2} = 4{,}96$ м

Чертеж 28

2.8. Определяют прямоугольные координаты X_i, Y_i для разбивки сопряжения примыкания от тангенса (табл. 1.3)

2.9. На пересечении кромок проезжей части дороги и примыкания определяют первоначальное положение точек t_1 и t_2.

2.10. Определяют углы поворотов тангенсов до пересечения с кромкой проезжей части дороги по формулам

$$\alpha_3 = \frac{180 \cdot T_{c1}}{\pi \cdot R}; \alpha_4 = \frac{180 \cdot T_{c1}}{\pi \cdot R}.$$

2.11. Определяют величины перемещений точек пересечения кромок проезжей части дороги t_1 и t_2 вдоль прямых кромок проезжей части примыкания по формулам:

$$H_1 = \sqrt{a_1^2 + b_1^2}; H_2 = \sqrt{a_2^2 + b_2^2}, \quad \text{(табл. 1.11...17)}$$

где $b_1 = T_{c1} \cdot tg\alpha_3; b_2 = T_{c2} \cdot tg\alpha_4;$

$a_1 = b_1 \cdot tg\gamma; a_2 = b_2 \cdot tg\gamma.$

Вспомогательный угол «γ» для острого угла – $\gamma = 90° - \alpha_3$, для тупого угла – $\gamma = \alpha_4 - 90°$.

Если $\alpha_3 = \alpha_4 = 90°$, то $a_1 = a_2 = 0$,

$b_1 = b_2 = H_1 = H_2 = T_{c1} \cdot tg\alpha_3$.

При сопряжении примыканий к горизонтальной кривой под углом $\alpha_1 = \alpha_2 = 90°$ точки пересечения кромок проезжих частей дорог смещаются по кромке дорожной одежды примыкания на одинаковую длину, а под углом α_1 (α_2) $\neq 90°$ – смещение точек не равное и тем больше, чем меньше радиус горизонтальной кривой основной дороги.

3. Разбивка сопряжения примыкания на местности

3.1. Горизонтальную кривую разбивают обычным порядком. Закрепляют колышками центр кривой, НК (КК) и точки на оси через 10...20 м.

3.2. Параллельно оси на расстоянии 0,5 ширины проезжей части отбивают внутреннюю кромку проезжей части дороги. Закрепление кромки проезжей части производится кольями на длине тангенсов сопряжения через 2. .5 м или сплошной канавкой.

3.3 Устанавливается теодолит в центре горизонтальной кривой (т. О); отбивают угол сопряжения и по его лучу колышками закрепляют ось примыкания через 5...10 м.

3.4. Параллельно оси на расстоянии 0,5 ширины покрытия в обе стороны колышками закрепляют кромку проезжей части примыкания через 3...5 м

3.5. На пересечении кромок проезжей части примыкания и дороги определяют первоначальное положение точек t_1, t_2.

3.6. Вдоль кромок проезжей части примыкания отмеряют расчетные смещения H_1, H_2 и закрепляют колышками точки t_1', t_2'.

3.7. Устанавливают теодолит (другой угломерный инструмент) поочередно в точках t_1', t_2', отбивают углы сопряжения и по его лучу отмеряют тангенсы сопряжения примыкания, концы которых должны пересечься с кривой кромкой проезжей части дороги (т. 1, т. 2). Получают соответственно начало (НС) и конец (КС) сопряжения на дороге.

3.8. От точек t_1', t_2' вдоль кромки проезжей части отмеряют тангенсы сопряжения и получают соответственно конец (КС) начало сопряжения (НС) на примыкании (т. 3, т. 4).

3.9. Начало и конец каждой ветви сопряжения закрепляют колышками (т. 1, т. 2, т. 3, т. 4).

3.10. Выполняют детальную разбивку кривых сопряжения примыканий по прямоугольным координатам от тангенсов (табл. 1.3).

Табл. 1.11...17 можно применять только при разбивке сопряжений примыкания кривой R=15 м, $l_п$=20 м; R=20м, $l_п$=20м; R=25 м, $l_п$=20м, R=15 м, R=20 м, R=25 м, R=30 м.

Пример. Расчет сопряжения примыкания дороги IV–б категории к дороге IV–а категории.

I. Исходные данные

а. Горизонтальная кривая α=35°, R=200 м, $l_п$=70 м, Δ=0,80 м.

б. Сопряжение примыкания R=15 м, $l_п$=20 м, α_1=75°, α_2=105°.

II. Решение

а. Горизонтальная кривая

1. Т=0,3153·200=63,06 м; К=0,6108·200=122,16 м,
   Д=0.0198·200=3.96 м: Б=0.0485·200=9,70 м. (табл. 1.1)

Проверка:

Д=2·63,06–122,16=3,96 м.

2. ΔТ =35,30 м; ΔБ =1,07 м (табл. 1.2);
   ΔД =2·ΔТ –$l_п$ =2·35,30–70=0,60 м.

3. $Т_с$ =63,06+35,30=98,36 м; $К_с$ =122,16+70=192,16м;
   $Д_с$ =3,96+0,6=4,56 м; $Б_с$ =9.70+1,07=10,77 м.

Проверка:

$Д_с$ =2·$Т_с$ –$К_с$ =2·98,36–192,16=4,56 м.

4. Определение прямоугольных координат (табл. 1.3)

К	Х	Y	К	Х	Y
20	20	0,10	60	59,90	2;57
30	30	0,32	70	69,79	4,08
40	39,99	0,76	80	79,60	6,06
50	49,96	1,49	90	89,23	8,53

б. Сопряжение примыкания

Острый угол $\alpha_1=75°$

1. $Т=0{,}7673\cdot15=11{,}51$ м; $К=1{,}309\cdot15=19{,}64$ м,
   $Д=0{,}2256\cdot15=3{,}38$ м; $Б=0{,}2604\cdot15=3{,}91$ м. (табл. 1.1)

Проверка:

$Д=2\cdot11{,}51-19{,}64=3{,}38$ м.

2. $\Delta Т=10{,}69$ м; $\Delta Б=1{,}39$ м (табл. 1.2);
   $\Delta К=l_п=20$ м, $\Delta Д=2\cdot10{,}69-20=1{,}38$ м.

3. $Т_{с1}=11{,}51+10{,}69=22{,}20$ м; $К_{с1}=19{,}64+20=39{,}64$ м;
   $Д_{с1}=3{,}38+1{,}38=4{,}76$ м; $Б_{с1}=3{,}91+1{,}39=5{,}90$ м.

Проверка:

$Д_{с1}=2\cdot Т_{с1}-К_{с1}=2\cdot22{,}2-39{,}64=4{,}76$ м.

Тупой (смежный) угол $\alpha_2=180-75=105°$

4. $Т=1{,}3032\cdot15=19{,}55$ м; $К=1{,}8326\cdot15=27{,}50$ м,
   $Д=0{,}7738\cdot15=11{,}60$ м; $Б=0{,}6426\cdot15=9{,}63$ м. (табл. 11)

Проверка:

$Д=2\cdot19{,}55-27{,}50=11{,}60$ м.

5. $\Delta Т=11{,}29$ м; $\Delta Б=1{,}80$ м;
   $\Delta К=l_п=20$ м, $\Delta Д=2\cdot11{,}29-20=2{,}58$ м. (табл. 1.2)

6. $Т_{с2}=19{,}55+11{,}29=30{,}84$ м; $К_{с1}=27{,}50+20=47{,}50$ м;
   $Д_{с2}=11{,}60+2{,}58=14{,}18$ м; $Б_{с2}=9{,}63+1{,}80=11{,}43$ м.

Проверка:

$Д_{с2}=2\cdot30{,}84-47{,}50=14{,}18$ м.

7. Определение прямоугольных координат (табл. 1.3)

К	X	Y	К	X	Y
6	6	0,12	18	17,48	3,17
10	9,97	0,56	20	19,13	4,31
12	11,93	0,96	22	20,61	5,64
14	13,85	1,51	24	21,91	7,17
16	15,71	2,25			

8. Определение угла поворота тангенсов до пересечения с кромкой проезжей части дороги

$$\alpha_3=\frac{180\cdot Т_{с1}}{\pi\cdot R}=\frac{18022{,}20}{3.14\cdot200}=6.36°=6°22',$$

$$\alpha_3=\frac{180\cdot Т_{с2}}{\pi\cdot R}=\frac{18030{,}84}{3.14\cdot200}=8{,}83°=8°50',$$

$\gamma=90°-75°=105°-90°=15°.$

9. Определение перемещения точек пересечения кромок проезжей части

а. **Острый угол сопряжения** α_2=75°

$b_1 = T_{c1} \cdot tg\alpha_3$=22,20·tg 6°22′=22,2·0,1116=2,48 м,

$a_1 = b_1 \cdot tg\gamma$=2,48·tg 15=2,48·0,2679=0,67 м,

$H_1 = \sqrt{в_1^2 + a_1^2} = \sqrt{2,48^2 + 0,67^2} = 2,57$ м (табл. 1.15)

б. **Тупой угол сопряжения** α_2=105°

$b_2 = T_{c2} \cdot tg\alpha_4$=30,84·tg 8°50′=30,84·0,1554=4,79 м,

$a_2 = b_2 \cdot tg\gamma$=4,79·tg 15°=4,79·0,2679=1,28 м,

$H_2 = \sqrt{в_2^2 + a_2^2} = \sqrt{4,79^2 + 1,28^2} = 4,96$ м (табл. 1.15).

Между точками т. 1 и т. 3. т. 4 и т. 2 производят разбивку сопряжения примыкания с дорогой по прямоугольным координатам от тангенсов T_{c1} и T_{c2}.

Методика расчета смещения t_1 и t_2 примыкания предусматривается только для простых примыканий типа 3–Г–1, 3–Г–2, 4–Б–1, 4–Б–2, IV–2–П, IV–2–С.

Глава 5. РАЗБИВКА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Земляное полотно разбивают на местности после расчистки полосы отвода от леса, пней, кустарника, снятия растительного слоя и закрепления трассы.

До начала земляных работ инженерные подземные коммуникации должны быть переустроены в соответствии с требованиями нормативной документации. Если переустройство осуществляется параллельно земляным работам, то их местоположение должно быть четко обозначено на местности.

Разбивку земляного полотна осуществляют по восстановленной и закрепленной трассе и на основе проектно–изыскательского материала (план, продольный и поперечные профили, ведомости), уточненного в период восстановления по рабочим чертежам.

Разбивка земляного полотна может выполняться в различных условиях местности – на равнине, косогоре и т. д. (чертеж 29).

Положение подошвы (бровки) насыпи (выемки) определяется по формулам.

Насыпи

1. На равнинной местности

$$l_1 = l_2 = B / 2 + mH \ .$$

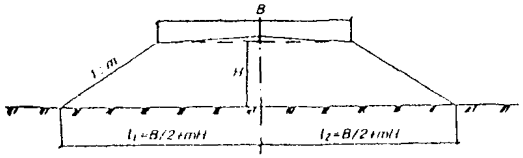
2. На равнинном косогоре:

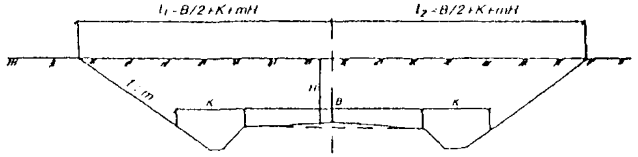
а) в сторону низового откоса

$$l_1 = \frac{(B / 2 + mH) \cdot \sqrt{n^2 + 1}}{n - m} \approx \frac{(B / 2 + mH) \cdot n}{n - m},$$

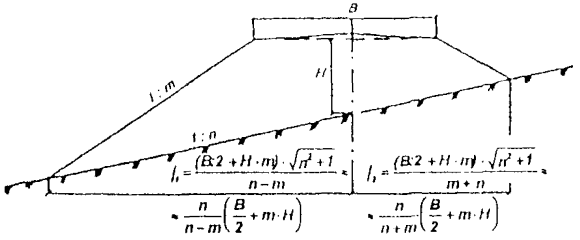
Разбивка земляного полотна

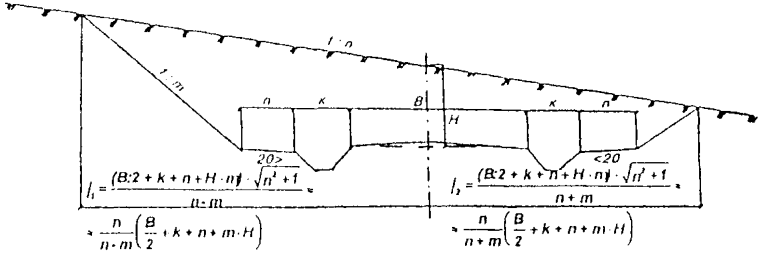
На равнинной местности



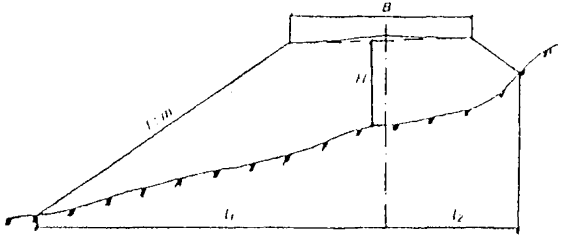


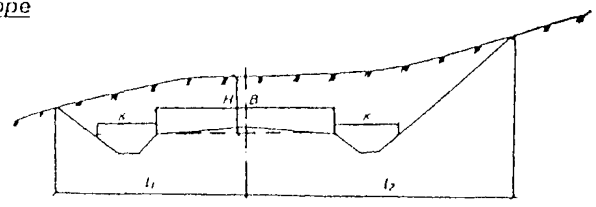
На равномерном косогоре





На неравномерном косогоре





Чертеж 29

б) в сторону верхового откоса

$$l_2 = \frac{(B/2 + mH)\cdot\sqrt{n^2+1}}{n+m} \approx \frac{(B/2 + mH)\cdot n}{n+m}.$$

3. Насыпь на неравномерном косогоре.

Заложение откосов l_1 и l_2 определяют графически по вычерченным в масштабе 1:100 поперечным профилям.

Выемки

1. На равнинной местности

$$l_1 = l_2 = B/2 + K + mH.$$

2. На равномерном косогоре: а) в сторону низового откоса

а) в сторону низового откоса

$$l_1 = \frac{(B/2 + K + П)\cdot\sqrt{n^2+1}}{n+m} \approx \frac{(B/2 + K + П)\cdot n}{n+m};$$

б) в сторону верхового откоса

$$l_2 = \frac{(B/2 + K + П)\cdot\sqrt{n^2+1}}{n-m} \approx \frac{(B/2 + K + П)\cdot n}{n-m}$$

3. На неравномерном косогоре.

Заложение откосов l_1 и l_2 определяют графически по вычерченным в масштабе 1:100 поперечным профилям.

По формулам определяют положение подошвы (бровки) насыпи (выемки). Однако при разбивке земляного полотна необходимо дополнительно учитывать уширения:

на внешней части кривых при устройстве виража и на внутренней части при уширении земляного полотна;

на автобусных остановках, устраиваемых на прямых участках дорог, а также на примыканиях и пересечениях;

при устройстве берм для установки дорожных знаков и площадок разъезда транспортных средств на внутрихозяйственных дорогах;

на подходах к мостам и населенным пунктам или когда дороги I–с–б (в) и II–с категорий проходят по деревням и селам; на примыканиях и пересечениях;

по пункту 4.17 СНиП 3.06.03–85. «В случаях, когда не предусмотрено уплотнение откосов специальными средствами, допускается в целях уплотнения грунта в краевых частях, прилегающих к откосу, отсыпать слои на 0,30...0,50 м шире проектного очертания насыпи. Уширение не требуется при устройстве насыпей из крупнообломочных и песчаных грунтов и при высоте насыпи менее 2,0 м с откосами 1:2 и положе».

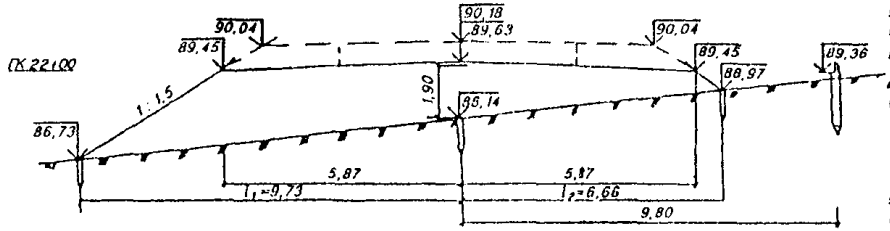
Исходными данными для разбивке земляного полотна служат:

выкопировка из продольного профиля разбиваемого участка с внесенными исправлениями в отметках и пикетаже, обнаруженных при восстановлении трассы;

поперечные профили земляного полотна;

поправки на уширение земляного полотна с учетом устройства присыпных обочин.

Рабочие чертежи разбивки земляного полотна насыпи и выемки



Исходные данные:

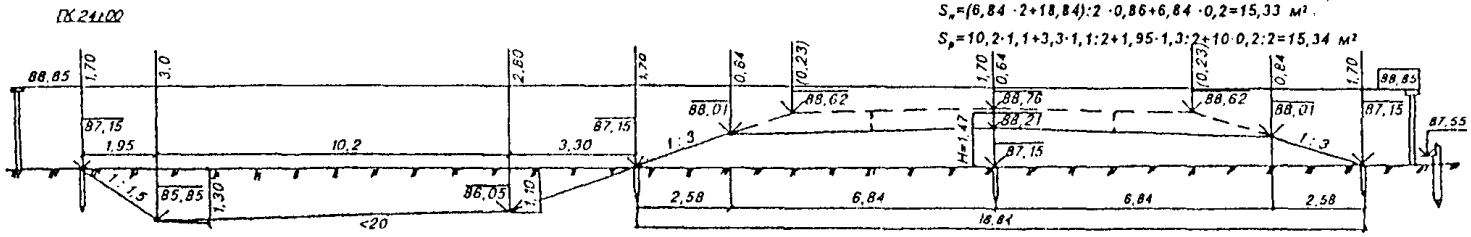
B=10,0 м, b=6,0 м, $h_{оо}$=0,55 м, $h_{бр}$=90,04 м, $h_{ось}$=90,18 м, $i_{оп}$=30‰

$h_{рас}$=1,90 м 1 : n = 1 : 8,8 1 : m = 1 : 5,5

Данные по земляному полотну (по подошве дорожной одежды)

B_1=5,87·2=11,74 м, $h_{ось}$=90,18-0,55=89,63 м, $h_{бр}$=89,45 м

$$l_1 = \frac{(10:2+1{,}5\cdot1{,}9)\cdot\sqrt{8^2+1}}{8-1{,}5} = 9{,}73 \text{ м};\quad l_2 = \frac{(10:2+1{,}5\cdot1{,}9)\cdot\sqrt{8^2+1}}{8+1{,}5} = 6{,}66 \text{ м}$$

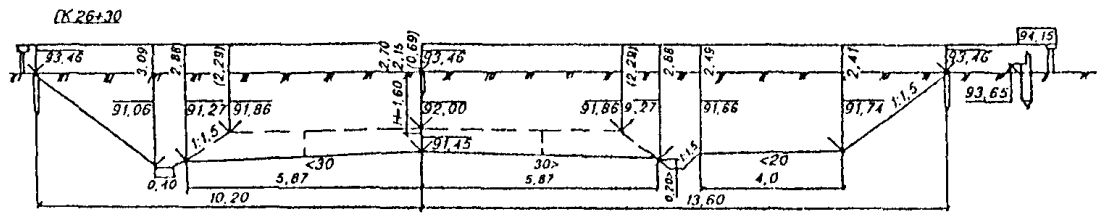


Исходные данные:

B=10,0 м, b=6,0 м, $h_{оо}$=0,55 м, $h_{ось}$=88,76 м, $h_{бр}$=88,64 м, H=1,47 м

$S_н$=(6,84 ·2+18,84):2 ·0,86+6,84 ·0,2=15,33 м²

$S_в$=10,2·1,1+3,3·1,1:2+1,95·1,3:2+10·0,2:2=15,34 м²



Исходные данные:

B=10,0 м, b=6,0 м, $h_{ось}$=92,00 м, $h_{бр}$=89,86 м,

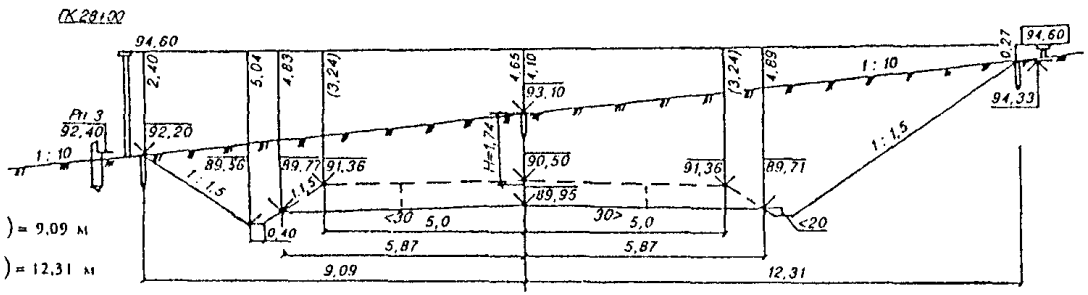
$h_{оо}$=0,55 м, $H_в$=1,60 м

Данные по земляному полотну

B_1=5,87 ·2=11,74 м, $h_{ось}$=91,45 м, $h_{бр}$=91,27 м

l_1=5,0+2,80+1,6·1,5=10,2 м

l_2=5,0+2,20+4,0+1,6·1,6=13,6 м



Исходные данные:

B=10,0 м, b=6,0 м, $h_{оо}$=0,55 м, $H_в$=1,74 м

1 : m = 1 : 1,5 1 : n = 1 : 10

Данные по земляному полотну

B_1=5,87 ·2=11,74 м, $h_{ось}$=89,95 м, $h_{бр}$=89,77 м

$$l_1 = (5{,}0 + 2{,}8 + 1{,}5\cdot1{,}74)\cdot\sqrt{10^2+1} : (1{,}5+10) = 9{,}09 \text{ м}$$

$$l_2 = (5{,}0 + 2{,}8 + 1{,}5\cdot1{,}74)\cdot\sqrt{10^2+1} : (10-1{,}5) = 12{,}31 \text{ м}$$

Чертеж 30

По данным продольного и поперечных профилей составляют рабочие чертежи, на которых вычерчиваются основные поперечники трассы, пикетов, «плюсовых» точек, основных точек кривых (чертеж 30).

На рабочем чертеже выписывают положение поперечника, проектную ширину земляного полотна, отметки бровок и оси, вычисленные расстояния от оси влево и вправо для всех характерных точек поперечника.

При разбивке земляного полотна должны быть определены и закреплены основные точки поперечника: ось дороги, ось кювета и бокового резерва, подошва насыпи.

Для контроля уклона откосов насыпи используются откосники, теодолит (высокие насыпи или глубокие выемки), линейка «Ленавтодора» и приспособление, описанное «Методическое пособие мастеру по геодезическим работам» М 1995, концерн «Росавтодор».

При разбивке земляного полотна по бровкам на примыканиях и пересечениях, а также при устройстве на них автобусных остановок необходимо определить положение·

осей главной и второстепенной дорог и точку их пересечения (центр);

опорных точек: начало и конец полос разгона и торможения, отгона и накопления;

центров направляющих и каплевидных островков;

точек пересечения t_1 (t_2) кромок проезжей части главной и второстепенной дорог. Разметку колышками кромок проезжей части дорог выполнить в минимальных пределах длины тангенсов плюс 5...10 м;

начало и конец разбивочных работ по главной и второстепенной дороге, а на съездах – длину (50...200 м) с учетом опорной призмы переменного сечения

При размещении на пересечениях и примыканиях автобусных остановок учитывать длину полос разгона и торможения автобусных остановок, а также длину сопряжений (чертеж 31).

Ширину земляного полотна необходимо определять по поперечным профилям в местах центров островков, полос накопления, автомобильных остановок, начала и конца разбивочных работ на главной и второстепенной дорогах.

При сопряжении пересечений (примыканий) автомобильных дорог IV, I-с, II-с категорий переходными кривыми и коробовыми кривыми приведены максимальные и минимальные длины тангенсов, величина которых зависит от угла примыкания и радиусов сопряжения (чертеж 32).

Границы подошвы насыпи необходимо определять по формулам и учитывать дополнительные уширения на виражах, подходах к мостам и т. д.

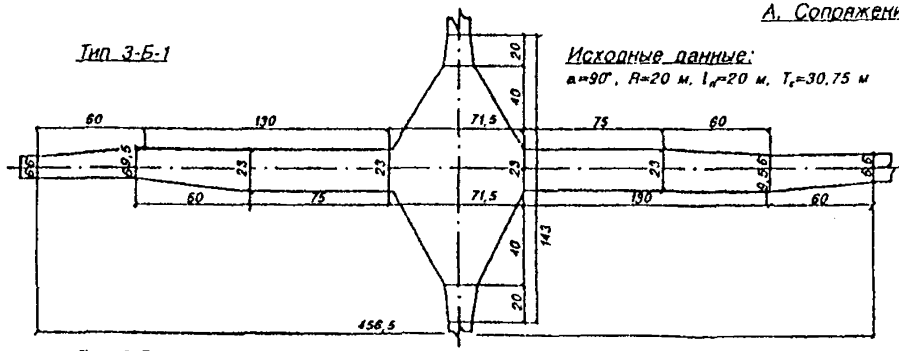
При разбивке земляного полотна для производства земляных работ механизмами, необходимо закрепительные столбы, дополнительные реперы, пикетажные вехи, колья устанавливать таким образом, чтобы они сохранились неповрежденными до конца земляных работ и предъявления их заказчику.

Плановая разбивка пересечений и примыканий в одном уровне с применением переходно-скоростных полос и полос торможения

А. Сопряжение круговой и переходной кривой

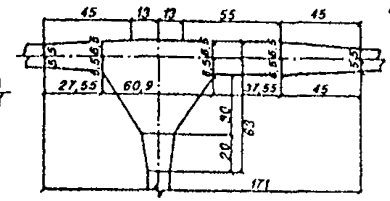
Тип 3-Б-1

Исходные данные:
α=90°, R=20 м, $l_п$=20 м, $T_с$=30,75 м



Тип 4-А-2

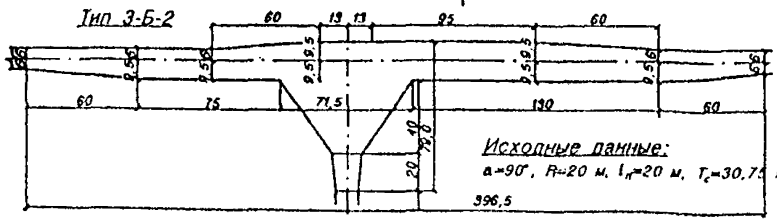
Исходные данные:
α=90°, R=15 м, $l_п$=20 м, $T_с$=25,95 м



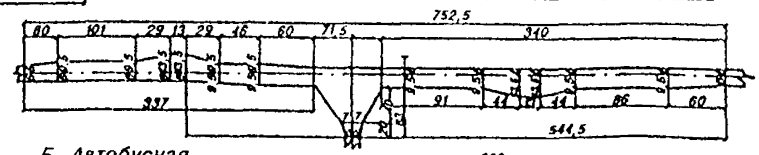
Плановая разбивка автобусных остановок

А. Автобусная остановка в зоне примыкания типа 3-Б-2

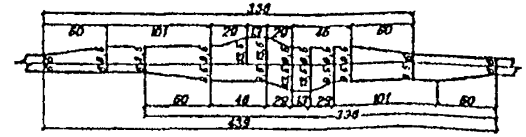
Тип 3-Б-2



Исходные данные:
α=90°, R=20 м, $l_п$=20 м, $T_с$=30,75 м



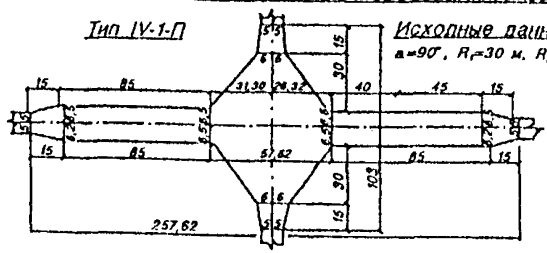
Б. Автобусная остановка на прямом участке дороги III категории



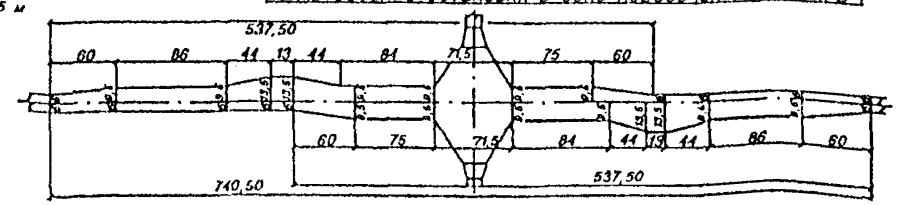
Б. Сопряжение коробовыми кривыми

Тип IV-1-П

Исходные данные:
α=90°, R_1=30 м, R_2=15 м, R_3=45 м

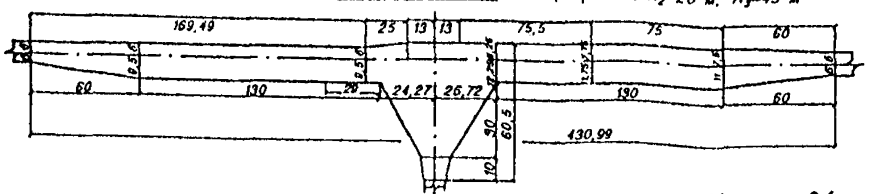


А. Автобусные остановки в зоне пересечения типа III-Б-1



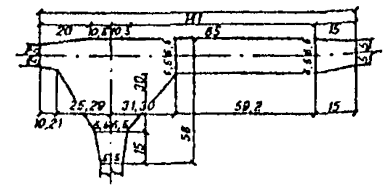
Тип III-3-С

Исходные данные: α=90°, R_1=40 м, R_2=20 м, R_3=45 м



Тип IV-1-С

Исходные данные: α=90°, R_1=30 м, R_2=15 м, R_3=45 м



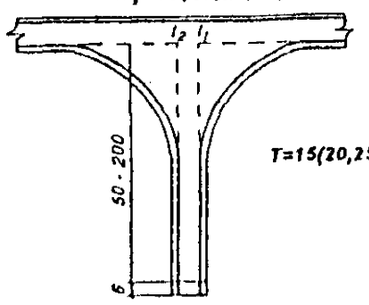
Чертеж 31

переходно-скоростных полос и полос торможения. Общие виды

А. Под углом $\alpha=90°$

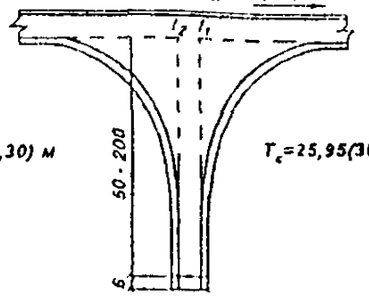
Тип 4-Б-2

$R_1=15(20,25,30)$ м



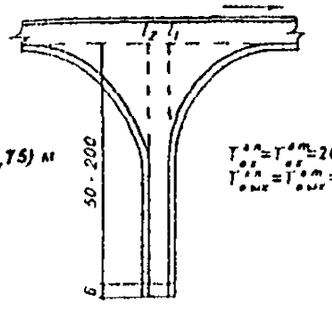
$T=15(20,25,30)$ м

$R_1=15(20)$м, $l_n=20(20)$ м



$T_c=25,95(30,75)$ м

Тип IV-2-С



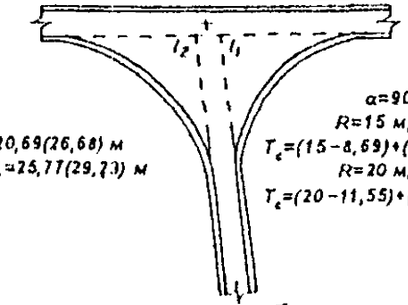
$T^{ан}_{ах}=T^{ат}_{ах}=20,69(26,68)$ м

$T^{ан}_{вых}=T^{ат}_{вых}=25,77(29,23)$ м

Б. Под углом α от 60° до 120°

Тип 4-Б-2

$R_1=15(20)$м, $l_n=20(20)$ м



$\alpha=90-60°$

$R=15$ м, $l_n=20$ м

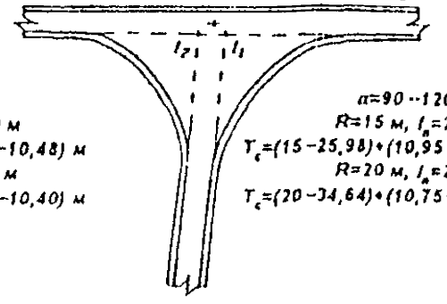
$T_c=(15-8,69)+(10,95-10,48)$ м

$R=20$ м, $l_n=20$ м

$T_c=(20-11,55)+(10,75-10,40)$ м

Тип 4-Б-2

$R_1=15(20)$м, $l_n=20(20)$ м



$\alpha=90-120°$

$R=15$ м, $l_n=20$ м

$T_c=(15-25,98)+(10,95-11,75)$ м

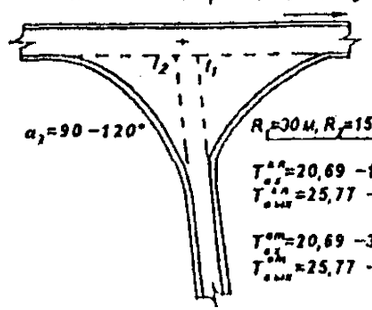
$R=20$ м, $l_n=20$ м

$T_c=(20-34,64)+(10,75-11,35)$ м

Пересечения автомобильных дорог

Тип IV-2-С

$\alpha=90-60°$, $R_1=30(40)$ м, $R_2=15(20)$ м, $R_3=45(45)$ м,



$\alpha_2=90-120°$

$R_1=30$ м, $R_2=15$ м, $R_3=45$ м | $R_1=40$ м, $R_2=20$ м, $R_3=45$ м

$\alpha=90°-60°$

$T^{ан}_{ах}=20,69-14,34$ м | 26,68-18,07 м

$T^{ан}_{вых}=25,77-18,47$ м | 29,23-20,01 м

$\alpha=90°-120°$

$T^{ат}_{ах}=20,69-32,25$ м | 26,68-41,95 м

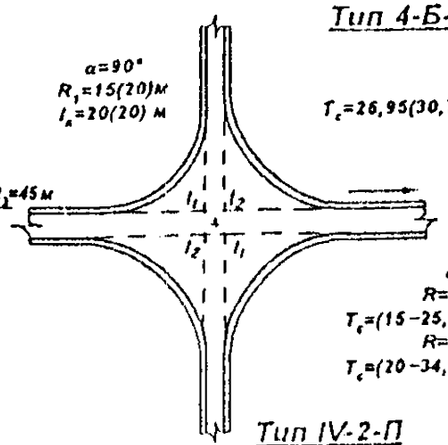
$T^{ат}_{вых}=25,77-37,88$ м | 29,23-44,45 м

Тип 4-Б-1

$\alpha=90°$

$R_1=15(20)$м

$l_n=20(20)$ м

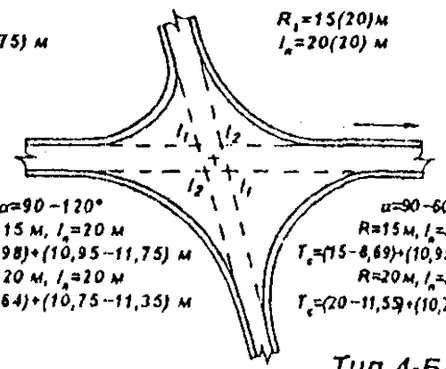


$T_c=26,95(30,75)$ м

Тип 4-Б-1

$R_1=15(20)$м

$l_n=20(20)$ м



$\alpha=90-120°$

$R=15$ м, $l_n=20$ м

$T_c=(15-25,98)+(10,95-11,75)$ м

$R=20$ м, $l_n=20$ м

$T_c=(20-34,64)+(10,75-11,35)$ м

$\alpha=90-60°$

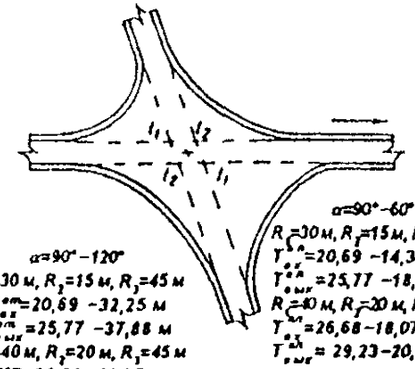
$R=15$ м, $l_n=20$ м

$T_c=(15-8,69)+(10,95-10,48)$ м

$R=20$ м, $l_n=20$ м

$T_c=(20-11,55)+(10,75-10,40)$ м

Тип IV-2-П



$\alpha=90°-120°$

$R_1=30$ м, $R_2=15$ м, $R_3=45$ м

$T^{ат}_{ах}=20,69-32,25$ м

$T^{ат}_{вых}=25,77-37,88$ м

$R_1=40$ м, $R_2=20$ м, $R_3=45$ м

$T^{ат}_{ах}=26,68-41,95$ м

$T^{ат}_{вых}=29,23-44,85$ м

$\alpha=90°-60°$

$R_1=30$ м, $R_2=15$ м, $R_3=45$ м

$T^{ан}_{ах}=20,69-14,34$ м

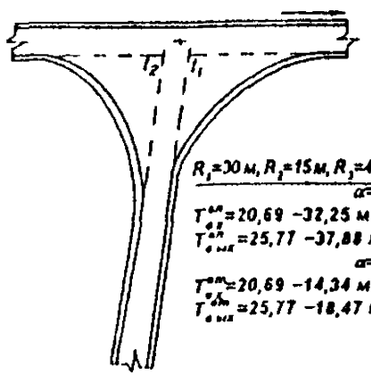
$T^{ан}_{вых}=25,77-18,47$ м

$R_1=40$ м, $R_2=20$ м, $R_3=45$ м

$T^{ан}_{ах}=26,68-18,07$ м

$T^{ан}_{вых}=29,23-20,01$ м

Тип IV-2-С



$R_1=30$ м, $R_2=15$ м, $R_3=45$ м | $R_1=40$ м, $R_2=20$ м, $R_3=45$ м

$\alpha=90°-120°$

$T^{ан}_{ах}=20,69-32,25$ м | 26,68-41,95 м

$T^{ан}_{вых}=25,77-37,88$ м | 29,23-44,85 м

$\alpha=90°-60°$

$T^{ат}_{ах}=20,69-14,34$ м | 26,68-18,07 м

$T^{ат}_{вых}=25,77-18,47$ м | 29,23-20,01 м

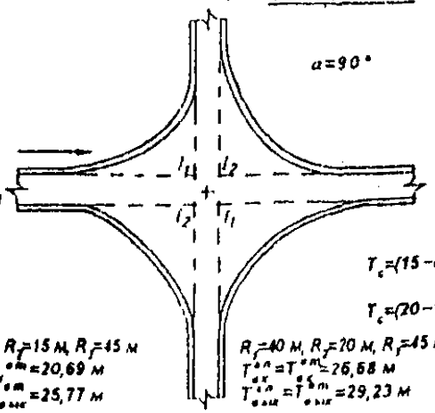
$R_1=30$ м, $R_2=15$ м, $R_3=45$ м

$T^{ан}_{ах}=T^{ат}_{ах}=20,69$ м

$T^{ан}_{вых}=T^{ат}_{вых}=25,77$ м

Тип IV-2-П

$\alpha=90°$



$R_1=40$ м, $R_2=20$ м, $R_3=45$ м

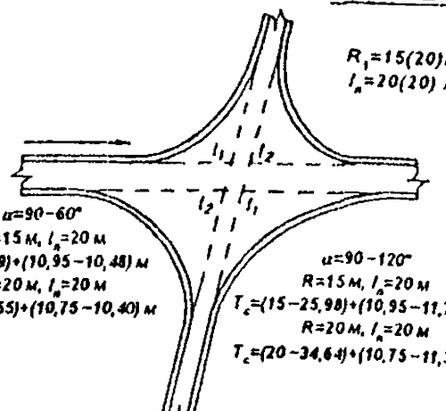
$T^{ан}_{ах}=T^{ат}_{ах}=26,68$ м

$T^{ан}_{вых}=T^{ат}_{вых}=29,23$ м

Тип 4-Б-П

$R_1=15(20)$м

$l_n=20(20)$ м



$\alpha=90-60°$

$R=15$ м, $l_n=20$ м

$T_c=(15-8,69)+(10,95-10,48)$ м

$R=20$ м, $l_n=20$ м

$T_c=(20-11,55)+(10,75-10,40)$ м

$\alpha=90-120°$

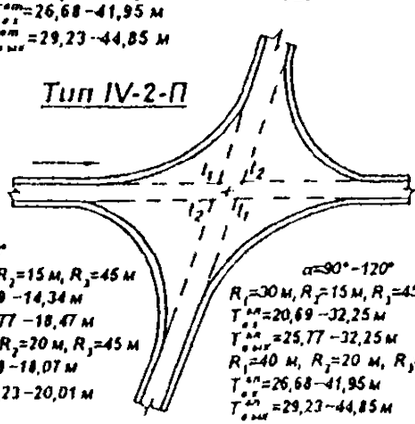
$R=15$ м, $l_n=20$ м

$T_c=(15-25,98)+(10,95-11,75)$ м

$R=20$ м, $l_n=20$ м

$T_c=(20-34,64)+(10,75-11,35)$ м

Тип IV-2-П



$\alpha=90°-60°$

$R_1=30$ м, $R_2=15$ м, $R_3=45$ м

$T^{ат}_{ах}=20,69-14,34$ м

$T^{ат}_{вых}=25,77-18,47$ м

$R_1=40$ м, $R_2=20$ м, $R_3=45$ м

$T^{ан}_{ах}=26,68-18,07$ м

$T^{ат}_{вых}=29,23-20,01$ м

$\alpha=90°-120°$

$R_1=30$ м, $R_2=15$ м, $R_3=45$ м

$T^{ан}_{ах}=20,69-32,25$ м

$T^{ан}_{вых}=25,77-32,25$ м

$R_1=40$ м, $R_2=20$ м, $R_3=45$ м

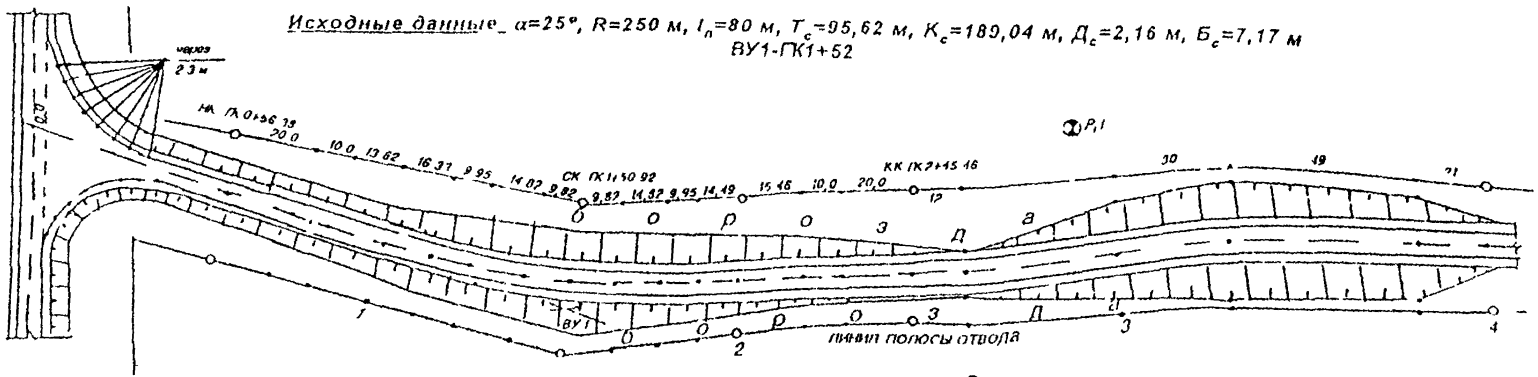
$T^{ан}_{ах}=26,68-41,95$ м

$T^{ан}_{вых}=29,23-44,85$ м

Чертеж 32

Восстановление трассы и закрепление подошвы (бровки) насыпи (выемки)

Исходные данные: α=25°, R=250 м, $l_п$=80 м, $T_с$=95,62 м, $К_с$=189,04 м, $Д_с$=2,16 м, $Б_с$=7,17 м
ВУ1-ПК1+52



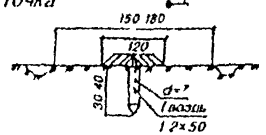
○ Закрепительный столб

● Вынесной (осевой) кол

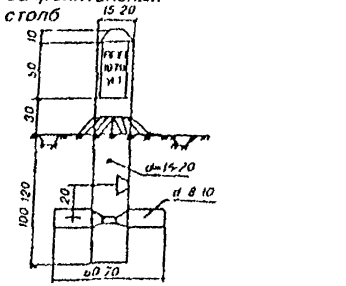
Схема привязки ВУ



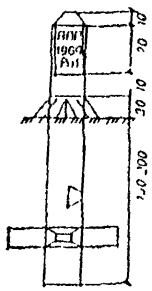
Потайная точка

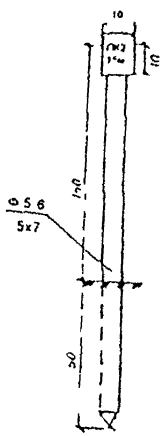


Закрепительный столб



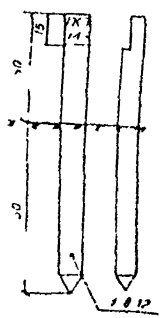
Временный репер



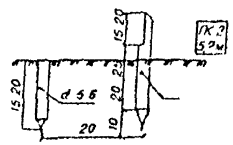


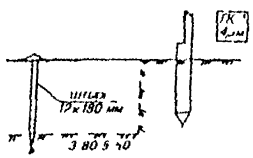
Указатель пикета

Вынесной (осевой) кол



Закрепление пикетажа



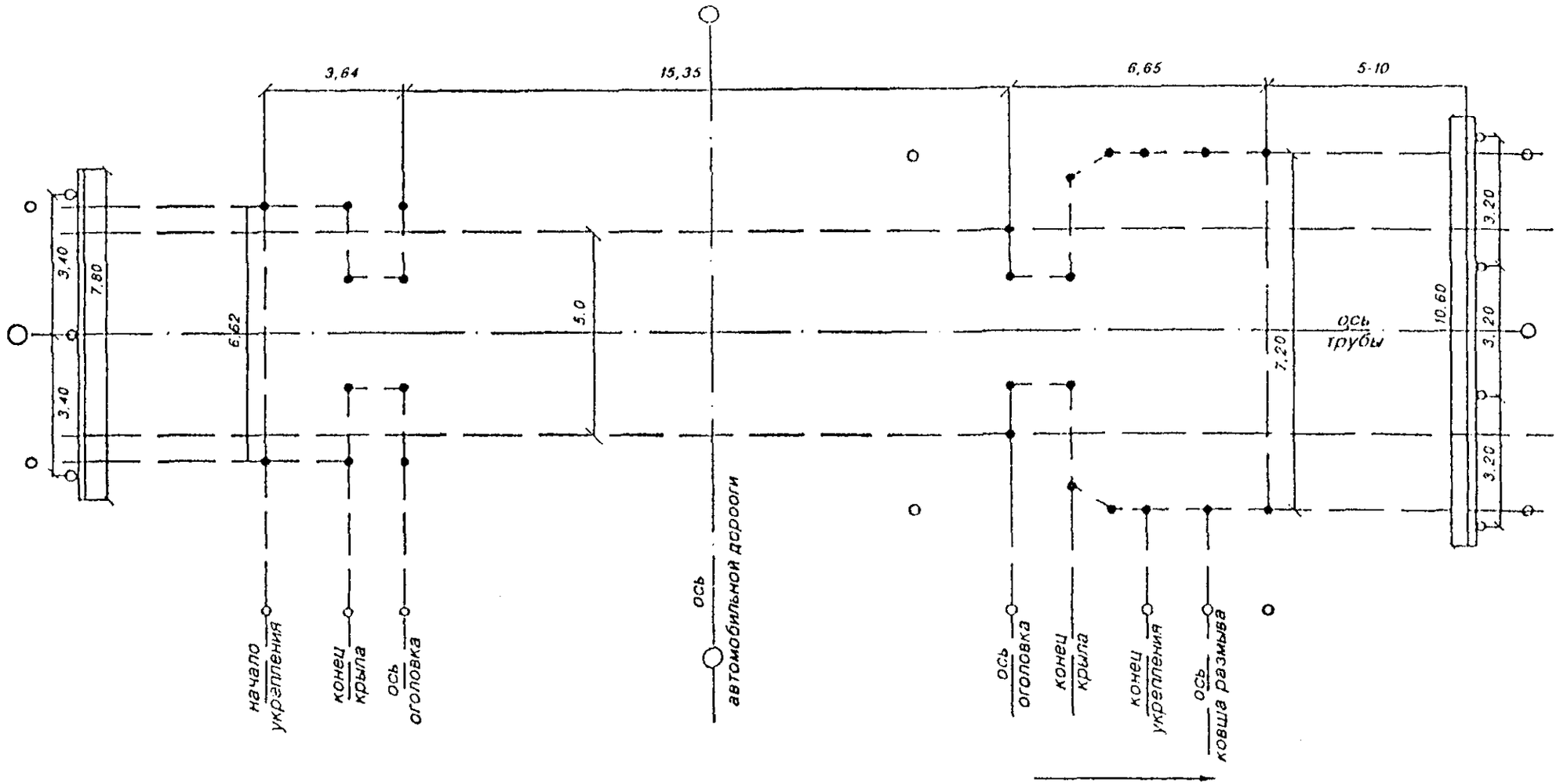


а При новом строительстве

б При реконструкции

Чертеж 33

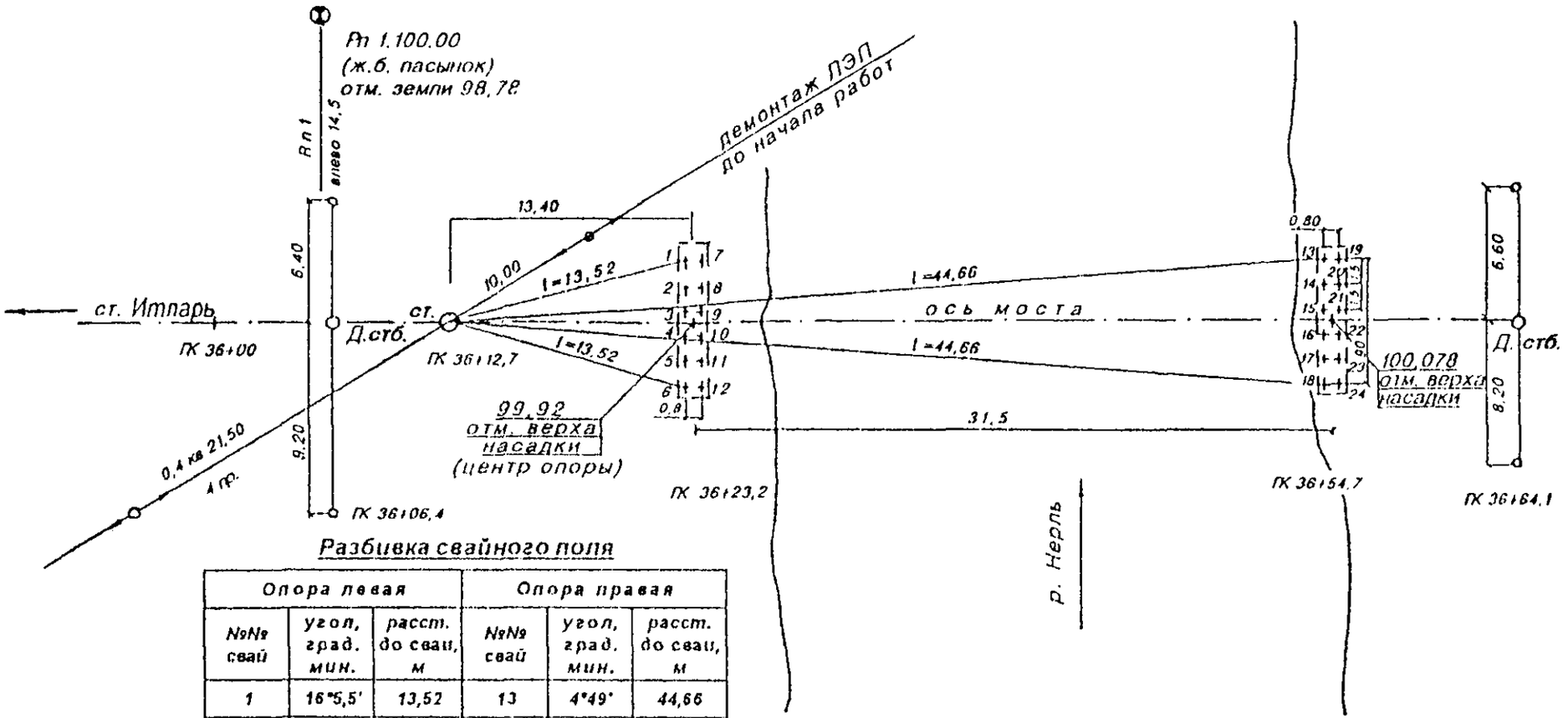
Разбивка копировая трубы
d=1,00 м, L=15,35 м



Условные обозначения:
- Высотные отметки
- Колышки закрепления контура котлована
- Выносные колышки

Чертеж 34

Разбивка оси моста и свайного поля



Разбивка свайного поля

Опора левая			Опора правая		
№№ свай	угол, град. мин.	расст. до сваи, м	№№ свай	угол, град. мин.	расст. до сваи, м
1	16°5,5'	13,52	13	4°49'	44,66
2	9°49'	13,19	14	2°54'	44,55
3	3°18'	13,02	15	0°57,9'	44,51
4	-3°18'	13,02	16	0°57,9'	44,51
5	-9°49'	13,19	17	-2°54'	44,55
6	-16°5,5'	13,52	18	-4°49'	44,66
7	15°21'	14,30	19	4°44'	45,45
8	9°15,6'	13,98	20	2°50,6'	45,36
9	3°6,6'	13,82	21	0°56,9'	45,31
10	-3°6,6'	13,82	22	0°50,6	45,31
11	-9°15,6'	13,98	23	-2°50,6	45,36
12	-15°21'	14,30	24	-4°44'	45,45

Чертеж 35

Глава 6. ЗАКРЕПЛЕНИЕ ТРАССЫ И ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

Закрепление трассы – привязка точек на трассе к постоянным предметам на местности и специально установленным реперам.

Привязка заключается в определении расстояний от закрепляемых точек до местных предметов и угловых координат направлений, привязывающих точку к этим предметам.

Приняв трассу от заказчика, подрядная строительная организация должна выполнить работы по восстановлению трассы и дополнительным разбивочным работам:

1. Углы поворота, пикеты, «плюсовые» и створные точки закрепить на оси, а также на границе полосы отвода кольями (столбами).
2. Выполнить детальную разбивку горизонтальных кривых пересечений и примыканий. Закрепить на местности НК, КК, СК промежуточные точки через 10...20 м, а на сопряжениях через 2...5 м.
3. Разбить и закрепить оси искусственных сооружений.
4. Проверить отметки реперов и установить дополнительные для удобства выполнения строительных работ.
5. Проверить продольное нивелирование всех точек. В отдельных необходимых случаях (на склонах, пересечениях и т, д.) снять поперечные профили. Все проводимые работы должны записываться в формализованные документы (нивелировочный журнал, ведомость реперов и т. д.) Выноска пикетов, НК, КК и других точек производится под прямым углом к оси трассы с помощью гониометра, теодолита, экера, ленты, других приборов и приспособлений.
6. В качестве временных реперов, закрепительных столбов можно использовать устойчивые и прочные местные предметы: опоры ЛЭП, ЛС мостов, цоколи зданий, крупные валуны или специально вкопанные забетонированные столбы, обрезки труб, рельсов.

Справа по ходу трассы на границе полосы отвода рекомендуется надежно устанавливать указатель пикетов высотой до 1,8 м.

Закрепление трассы и отдельных элементов автомобильных дорог необходимо производить согласно табл. 5.

Таблица 5

Закрепление трассы и отдельных элементов автомобильных дорог

Наименование	Порядок закрепления	
	изыскательским отрядом	подрядной организацией
1	2	3
1 Угол поворота	1. Потайная точка 1 2. Закрепительные столбы 2 или местные устойчивые предметы. Надпись на столбах или предметах: наименование проектной организации, год изыскания, номер угла.	1. Угловой столб на расстоянии 0,5 м от потайной точки в створе оси с надписью ВУ...ПК...+... 2. Закрепительные столбы (2 шт) с той же надписью

Окончание табл. 5

1	2	3
2. НК, КК, СК.	1. По оси кол 1 с надписью НК (КК, СК), ПК. .+... 2 Закрепительные столбы 2 с той же надписью	1. Осевой столб с надписью НК (КК, СК), ПК...+... 2 Закрепительные столбы (2 шт.) с той же надписью. Кривая между НК и КК детально разбивается через 10...20 м и закрепляется кольями
3. Ось трассы на длинных прямых участках через 200 ..500 м.	1 Осевой столб 1 2. Закрепительный столб 2 или местные устойчивые предметы. Надпись на столбах: наименование проектной организации, год изысканий, ось ПК ..+..	1. Столб по оси 1 с надписью: ось, ПК...+... 2 Закрепительные столбы 2 с надписью. ось, ПК...+...
4. Пикет, «плюсовая точка»	1. Колышек – точка 1 2. Сторожок 1. Надпись на сторожке. ПК...+...	На прямых участках: четные пикеты – по оси кол с надписью ПК...+..., по границе полосы отвода столбы с той же надписью и указанием расстояния в м до ПК...+...; нечетные пикеты – колья 3 по оси и границе полосы отвода с надписью ПК... или ...+...м, ...м. На кривых малого радиуса четные и нечетные пикеты закрепляются по оси – кольями 1, по границе полосы отвода – закрепительные столбы с той же надписью
5 Репер временный	Через 2 км реперный столб с надписью. наименование организации, год изысканий, № ...репера, $в_л(в_п)$.. м. Можно выносить репер на местные постоянные предметы	Дополнительно репера устанавливают у искусственных сооружений, насыпей (выемок) высотой (глубиной) более 3,0 м, в местах транспортных развязок. Устанавливают реперный столб или выносят на местные неподвижные предметы
6. Малые мосты	На берегах по одному осевому столбу. Два закрепительных столба на каждый осевой столб. Надпись: наименование организации, год изысканий ось моста	То же самое. Закрепительные столбы выносятся вне границ работы техники и желательно вне зоны затопления. Надпись: ось моста, $в_л(в_п)$...м
7, Водопропускная труба	–	В центре осей трубы и трассы кол 1 с надписью $Т_р$ ПК...+... Закрепительные столбы 2 на удалении друг от друга равном длине трубы +(5...10) м
8. Кювет	–	Колья через 20...30 м с надписью глубины разработки
9. Подошва (бровка) насыпи (выемки)	–	Колья через 25 ..50 м или сплошная борозда
10. Боковой резерв	–	Колья по внешней границе разработки через 25...50 м с надписью глубины разработки
11. Полоса отвода	–	Закрепительные столбы в начале и конце дороги в местах изгиба линий отвода, на прямых участках через 200.. 400 м в соответствии с графиком отвода земли в постоянное пользование

Примечания:

1. В скобках показано потребное количество кольев, столбов.

2. Закрепительные столбы, выносные колья устанавливаются (кроме осевых) вне границ работы дорожно–строительной техники.

3. *Закрепление полосы отвода желательно выполнять железобетонными* столбиками 12х12х180 см.

4. Закрепление полосы отвода производится в присутствии заказчика (представителя эксплуатационной дорожной организации) с участием местных земельных органов.

5. Порядок закрепления трасс автомобильных дорог и закрепительные знаки показаны на чертеже 33.

Глава 7. РАЗБИВКА МАЛЫХ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

Разбивка водопропускных труб (чертеж 34)

Исходными данными для разбивки труб служат:

пикетажное положение и угол пересечения оси трубы с осью дороги;

отверстие и длина трубы;

конструктивные размеры элементов трубы (входного и выходного оголовков, тела трубы, ковша размыва); конструкция фундамента;

проектные отметки входного и выходного лотка, укрепления откосов и ковша размыва.

Все данные берутся из рабочего чертежа и составляется разбивочный чертеж в плановом и высотном отношении котлована трубы.

По оси трубы определяют местоположение начала (конца) укрепления, откосных крыльев, входного и выходного оголовков и оси ковша размыва. От полученных точек перпендикулярно и симметрично в обе стороны от оси отмеряют *расстояние до границ котлована, укреплений, ковша размыва, оголовков* и закрепляют на местности кольями.

Ширина котлована под тело одноочковой трубы принимается равной диаметру трубы плюс по два диаметра от ее крайних точек, а многоочковой – по формуле

$$b = n \cdot d + 2d = d \cdot (n + 2),$$

где d – отверстие трубы м;

n – *количество очков в трубе.*

Граница разработки на местности наносится в зависимости от глубины котлована и принятого коэффициента заложения откосов. Ось трубы жестко закрепляют двумя столбами.

Выше (ниже) границ укрепления (оси ковша размыва) на 5.. 10 м в случае необходимости (особенно при строительстве многоочковых труб) устанавливается обноска, на которую выносится ось трубы, границы укрепления, тела трубы и ковша размыва

Высотные отметки котлована обеспечиваются и контролируются нивелиром от временного репера, который устанавливаются вне границ работы дорожно-строительной техники.

Разбивка малых мостов на свайных опорах

Перед началом работ восстанавливают и закрепляют ось моста При длине моста до 50 м ось закрепляют двумя деревянными столбами (по одному на каждом берегу), а при длине 50...100 м и более четырьмя столбами (по два на каждом берегу). Осевые столбы моста закрепляются двумя выносными кольями (столбами) вне границ работы техники. Столбы вкапываются на 0,50 м ниже глубины промерзания грунта.

Отмеряя вдоль оси проектные расстояния от начала (конца) моста, определяют центры береговых и промежуточных опор. Измерения выполняют дальномером теодолита, а на суходоле – мерной лентой.

Свайное поле разбивается от базиса теодолитом (чертеж 35). Каждая свая на суходоле (берегу) закрепляется колом,

Если позволяют местные условия, то сваи берегового ростверка, как правило, забивают по шаблону.

Высотное положение насадки, опорных частей, пролетного строения и подходов к мосту определяется и контролируется нивелиром от временного репера. Если длина моста менее 50 м, то репер устанавливается один, а если более 50 м, то по одному на каждом берегу

При строительстве больших и средних мостов создается схема опорных пунктов разбивочной сети на каждом берегу.

Точность измерений расстояний при разбивочных работах мостов до 100 ми труб должна быть не более 1/5000, а координаты центров опор больших мостов определяются по среднеквадратичной ошибке не более 12 мм. Разбивку средних и больших мостов выполняет квалифицированный инженер–геодезист.

Приложение 1
Таблица 1.1

Основные элементы круговых кривых R=100 м

α, град	Т	К	Д	Б
1	2	3	4	5
1,0	0,87	1,74	0,00	0,00
2,0	1,74	3,49	0,00	0,02
3,0	2,62	5,24	0.002	0,03
4,0	3,49	6,98	0,003	0,06
5,0	4,37	8,73	0.006	0,10
6.0	5.24	10,47	0,010	0,14
7,0	6,12	12,22	0,02	0.19
8.0	6,99	13,96	0,03	0,24
9.0	7,87	15,71	0,03	0,31
10	8 75	17,45	0,05	0 38
11	9.63	19,20	0,06	0,46
12	10,50	20,94	0,06	0,56
13	11,39	22 69	0,09	0 65
14	12,28	24,44	0,12	0,75
15	13,16	26,18	0,14	0,86
16	14,05	27,92	0,18	0,98
17	14,94	29,67	0,21	1,11
18	15.84	31,42	0,26	1,25
19	16,73	33,16	0,30	1,39
20	17,63	34.91	0,35	1,54
21	18 53	36,65	0,41	1,70
22	19.44	38 40	0,48	1,87
23	20,34	40,14	0.54	2,05
24	21,26	41,89	0,63	2,23
25	22,17	43,63	0,71	2,43
26	23,08	45,38	0.78	2,63
27	24.00	47,12	0,88	2,84
28	24,93	48.87	0,99	3,06
29	25 86	50,61	1,11	3.29
30	26 80	52,36	1,24	3,53
31	27.73	54,10	1,36	3,77
32	28,67	55,85	1.50	4,03
33	29,62	57,60	1,64	4.29
34	30,57	59,34	1,80	4,57
35	31,53	61,08	1,98	4,85
36	32,49	62,83	2,15	5,15
37	33.46	64,58	2,34	5,45
38	34,43	66,32	2.54	5,76
39	35.41	68.07	2,75	6,08
40	36 40	69 81	2,99	6,42
41	37,39	71,56	3,22	6.77
42	38,38	73,30	3,46	7,11
43	39,39	75,05	3,73	7,48
44	40,40	76,79	4,01	7,85
45	41,42	78.54	4,30	8,24
46	42,45	80,28	4,62	8.64
47	43,48	82,03	4,93	9,04
48	44,52	83,78	5,26	9,46
49	45,67	85,52	5,82	9,90
50	46,63	87,26	6,00	10,34
51	47,70	89,01	6,39	10,79
52	48.77	90,76	6,78	11,26

Продолжение табл. 1.1

1	2	3	4	5
53	49,86	92.50	7,22	11,74
54	50,95	94,25	7.65	12.23
55	52 06	96,00	8,12	12,74
56	53,17	97,74	8,60	13 26
57	54,30	99,48	9,12	13.79
58	55,43	101,23	9,63	14,33
59	56,58	102,97	10,19	14,90-
60	57,73	104,72	10,74	15,47
61	58,90	106 47	11,33	16.06
62	60,09	108,21	11,97	16,66
63	61,28	109,96	12,60	17,28
64	62,48	111,70	13 26	17.92
65	63,71	113,45	13,97	18,57
66	64,94	115,19	14 69	19,24
67	66,19	116,94	15,44	19,92
68	67,45	118,68	16,22	20,62
69	68,73	120,43	17,03	21,34
70	70.02	122,17	17,87	22,08
71	71,33	123.92	18,74	22,83
72	72.65	125,66	19.64	23,61
73	74,00	127.41	20.59	24,40
74	75,35	129,15	21,55	25,21
75	76,73	130,90	22.56	26,05
76	78 13	132,64	23,62	26,90
77	79,54	134.39	24 69	27,78
78	80,98	136,14	25,82	28,68
79	82,43	137.88	26,98	29.60
80	83,91	139,63	28 19	30,54
81	85,41	141.37	29,45	31,51
82	86,93	143,12	30,74	32,50
83	88.47	144,86	32,08	33,51
84	90,04	146,61	33,47	34,56
85	91,63	148.35	34,91	35,63
86	93,25	150,10	36,40	36 73
87	94.87	151.84	37.90	37,86
88	96.57	153,59	39,55	39,02
89	98,27	155,33	41 21	40 20
90	100,00	157,08	42,92	41,42
91	101,76	158,83	44,69	42 67
92	103,55	160.57	46,53	43,96
93	105.38	162,31	48 45	45,27
94	107,24	164.06	50,42	46,63
95	109,13	165,81	52.45	48,02
96	111,06	167,55	54,57	49,45
97	113,03	169,30	56,76	50,92
98	115,04	171,04	59.04	52,42
99	117,08	172,78	61,38	53,98
100	119,17	174,53	63,81	55,57
101	121,31	176 28	66,34	57,21
102	123,49	178,02	68,96	58 90
103	125,72	179,77	71,67	60.64
104	127,99	181,51	74,47	62.43
105	130,32	183,26	77,38	64,27
106	132,70	185,00	80 40	66 16
107	135,14	186,75	83,53	68,12

Окончание табл. 1.1

1	2	3	4	5
108	137,64	188,50	86,78	70,13
109	140,19	190,24	90,14	72,20
110	142,81	191,99	93,63	74,34
111	145,50	193,73	97,27	76,55
112	148,26	195,48	101,04	78,83
113	151,08	197,22	104,94	81,18
114	153,98	198,97	109,99	83,18
115	156,97	200,71	113,23	86,12
116	160,03	202,46	117,60	88,71
117	163,18	204,20	122,16	91,38
118	166,43	205,95	126,91	94,16
119	169,77	207,69	131,85	97,03
120	173,21	209,44	136,98	100,00
121	176,75	212,18	148,32	103,08
122	180,40	212,93	147,87	106,27
123	184,18	214,67	153,69	109,57
124	188,07	216,42	159,72	113,00
125	192,09	218,16	166,02	116,57
126	196,26	219,91	172,61	120,27
127	200,57	221,66	179,48	124,12
128	205,03	223,40	186,66	128 12
129	209,65	225,15	194,15	132.28
130	214,45	226,89	202,01	136,62
131	219,43	228,64	210,22	141,14
132	224,60	230,38	218,82	145,86
133	229,98	232,13	227,83	150,78
134	235,58	233,87	237,29	155,93
135	241,42	235,62	247,22	161,31
136	247,51	237,36	257,66	166,92
137	253,86	239,11	268,61	172,85
138	260,51	240,86	280,16	179,04
139	267,46	242,60	292,32	185,55
140	274,75	244,35	305,15	192 38
141	282,39	246,09	318,69	199,57
142	290,42	247,84	333,00	207.15
143	298,97	249,58	348,36	215.15
144	307,77	251,33	364,21	223,61
145	317,16	253,07	381,25	232,55
146	327,08	254,82	399,34	242,03
147	337,59	256,56	418,62	252,09
148	348,74	258,31	439,17	262,80
149	360,59	260,05	461,13	274,19
150	373,20	261,80	484,60	286 37

Таблица 1.2

Дополнения к основным элементам круговых кривых с применением переходных кривых

Угол поворота в град	R=15 м, $l_п$=20 м		R=20 м, $l_п$=20 м		R=25 м, $l_п$=20 м		R=30 м, $l_п$=30 м		R=50 м, $l_п$=35 м	
	ΔТ	ΔБ	ΔТ	ΔБ	ΔТ	ΔБ	ΔТ	ΔБ	ΔТ	ΔБ
6,0	9,91	1,09	9,91	0,83	9,98	0,67	14,88	1,24	17,43	1,02
10	9,95	1,10	9,99	0,83	10,00	0,67	14,98	1,24	17,52	1,02
20	10,05	1,11	10,06	0,84	10,06	0,68	15,09	1,26	17,61	1,03
30	10,15	1,13	10,14	0,85	10,12	0,69	15,21	1,28	17,70	1,05
40	10,25	1,16	10,22	0,88	10,19	0,71	15,33	1,32	17,80	1,08
50	10,36	1,21	10,30	0,91	10,26	0,73	15,45	1,37	17,90	1,12
60	10,48	1,26	10,40	0,95	10,33	0,77	15,59	1,43	18,02	1,17
70	10,62	1,34	10,50	1,01	10,42	0,82	15,74	1,51	18,14	1,24
80	10,77	1,43	10,60	1,08	10,53	0,87	15,92	1,62	18,28	1,33
90	10,95	1,55	10,75	1,17	10,62	0,94	16,11	1,75	18,43	1,44
100	11,16	1,70	10,90	1,29	10,72	1,04	16,35	1,93	18,64	1,58
110	11,41	1,91	11,10	1,44	10,90	1,17	16,62	2 16	18,88	1,77
120	11,75	2,19	11,35	1,66	11,11	1,34	17,02	2,47	19,19	2 03
130	12,20	2,59	11,65	1,95	11,38	1,58	17,53	2,93	19,61	2,40
140	12,86	3,20	12,19	2,42	11,78	1,95	18,28	3,62	20,22	2,97
150	13,94	4.23	13,01	3,09	12,48	2,58	19,50	4,79	21,22	3,93
Угол поворота в град.	R=60 м, $l_п$=40 м		R=80 м, $l_п$=45 м		R=100 м, $l_п$=50 м		R=150 м, $l_п$=60 м		R=200 м, $l_п$=70 м	
	ΔТ	ΔБ	ΔТ	ΔБ	ΔТ	ΔБ	ΔТ	ΔБ	ΔТ	ΔБ
6.0	19,93	1,11	22,46	1,05	24,95	1,04	29,46	1,00	34,97	1,02
10	20,03	1,11	22.54	1,05	25,04	1,04	30,05	1,00	35,06	1,02
20	20.13	1,13	22,63	1,07	25,13	1,06	30,14	1,02	35,15	1,04
30	20,23	1,15	22.72	1,09	25,23	1,08	30,23	1,04	35,25	1.06
40	20,33	1,17	22.82	1,11	25,33	1,11	30 32	1,06	35,34	1,08
50	20,45	1,22	22,93	1,16	25,43	1,15	30,45	1,10	35,45	1,12
60	20,58	1,28	23,05	1,22	25 55	1,20	30,54	1,16	35,56	1,18
70	20,71	1,35	23,18	1,28	25,68	1,27	30,66	1,22	35,68	1,24
80	20,86	1,44	23,32	1,37	25,82	1,36	30,80	1,30	35,83	1,33
90	21,04	1,56	23,49	1,48	25,99	1,47	30,96	1,41	35,99	1,44
100	21,25	1,73	23,69	1,64	26,19	1,62	31,15	1,58	36,18	1,59
110	20,51	1,93	23,95	1,83	26,43	1,81	31,39	1,74	36,43	1,78
120	20,84	2,22	24,26	2,10	26,75	2,08	31,69	2,00	36,73	2,04
130	22,30	2,62	24,70	2,49	27,18	2,46	32,10	2,37	37,15	2,41
140	22,97	3,24	25,33	3,08	27,81	3,04	32,71	2,92	37,77	2,98
150	24,06	4,28	26,37	4,07	28,83	4 02	33,69	3,86	38,77	3,94

Продолжение табл. 1.2

Угол поворота в град.	R=250 м, $l_п$=80 м		R=300 м, $l_п$=90 м		R=400 м, $l_п$=100 м		R=500 м, $l_п$=110 м		R=600 м, $l_п$=120 м	
	ΔТ	ΔБ	ΔТ	ΔБ	ΔТ	ΔБ	ΔТ	ΔБ	ΔТ	ΔБ
6,0	39,97	1,07	44,97	1,12	49,48	1,04	54,98	1,00	60,07	1,00
10	40,06	1,07	45,05	1,12	50.06	1,04	55,07	1,00	60,11	1,00
20	40,16	1.09	45,16	1,14	50,16	1,06	55,16	1,02	60,19	1,02
30	40,26	1,11	45,27	1,16	50,25	1,08	55,25	1,04	60,29	1,03
40	40,36	1,14	45,38	1,18	50,35	1.10	55,34	1,06	60,38	1,06
50	40,47	1,18	45,49	1,23	50,46	1,14	55,45	1,10	60,48	1,10
60	40,59	1,24	45,61	1,29	50,57	1,21	55,56	1,16	60,60	1,15
70	40,72	1,31	45,75	1.36	50,70	1,27	55,68	1,22	60,72	1,22
80	40,87	1,40	45,91	1,46	50,84	1,36	55,82	1,30	60,86	1,30
90	41,04	1,51	46.09	1,57	51,01	1,49	55,98	1,41	61,00	1,45
100	41,24	1.67	46,30	1,74	51,21	1,62	56,17	1,58	61,21	1,55
110	41,50	1,86	46,57	1,94	51,46	1,81	56,41	1,74	61,45	1,74
120	41,82	2,14	46,91	2,24	51,78	2,08	56,72	2,02	61,75	2,00
130	42,26	2,53	47,38	2,66	52,21	2,47	57,14	2,39	62,16	2.37
140	42,90	3,12	48,06	3,29	52.84	3,05	57,75	2 95	62,77	2,92
150	43,95	4,12	49,16	4,35	53,86	4,03	58,74	3 90	63,73	3,86
Угол поворота в град.	R=700 м, $l_п$=120 м		R=800 м, $l_п$=120 м		R=900 м, $l_п$=120 м		R=1000 м, $l_п$=100 м		R=1100 м, $l_п$=100 м	
	ΔТ	ΔБ	ΔТ	ΔБ	ΔТ	ΔБ	ΔТ	ΔБ	ΔТ	ΔБ
6,0	60,06	0 86	60,06	0,75	60.04	0,67	50,00	0,42	50,00	0,38
10	60.09	0,86	60,08	0,75	60,06	0,67	50,03	0,42	50,03	0.38
20	60,17	0.87	60,15	0.76	60,13	0,68	50,07	0.42	50.06	0,38
30	60,24	0,88	60,21	0,77	60,19	0,69	50,11	0.43	50,09	0,39
40	60 33	0.91	60,28	0.79	60,25	0,71	50,15	0,44	50,13	0,40
50	60,41	0,94	60,36	0.82	60,32	0,74	50,19	0,46	50,17	0,42
60	60,51	0,98	60,45	0,86	60,40	0,77	50,24	0,48	50.21	0,44
70	60,61	1,04	60,54	0,92	60,48	0,82	50,29	0,51	50,26	0,46
80	60.87	1,11	60,64	0,98	60,57	0,87	50,35	0,54	50,31	0,49
90	60,97	1,20	60,76	1,05	60,68	0,94	50,41	0,59	50,37	0,54
100	61,04	1,32	60,81	1,16	60.81	1,04	50,49	0 65	50,45	0,59
110	61,24	1 49	61,08	1,30	60 96	1,16	50,59	0,73	50,54	0,66
120	61,50	1,80	61,31	1,50	61,17	1,34	50,72	0,83	50 65	0,76
130	61,85	2,03	61,62	1,78	61,45	1,59	50,89	0,99	50,81	0,90
140	62,36	2 50	62,07	2,19	61,83	1,96	51,14	1,22	51,04	1,11
150	62,22	3,30	62,81	2,90	62,51	2,59	51,55	1,61	51,41	1,46

Окончание табл. 1.2

Угол поворота в град	R=1200 м, $l_п$=100 м		R=1300 м, $l_п$=100 м		R=1400 м, $l_п$=100 м		R=1500 м, $l_п$=100 м		R=1600 м, $l_п$=100 м	
	ΔТ	ΔБ	ΔТ	ΔБ	ΔТ	ΔБ	ΔТ	ΔБ	ΔТ	ΔБ
6,0	50,00	0,35	50,00	0,32	50,00	0,30	50,00	0,28	50,00	0,26
10	50,03	0 35	50,03	0,32	50,03	0,30	50,02	0,28	50,02	0,26
20	50,06	0,35	50,05	0,32	50,05	0,30	50,05	0,28	50,04	0,26
30	50,09	0.36	50,09	0,33	50,08	0,31	50,07	0,29	50 07	0,27
40	50,12	0,37	50,10	0,34	50,10	0,32	50,10	0,30	50,10	0,28
50	50 16	0,38	50,11	0,36	50,12	0,34	50,13	0,31	50,12	0,29
60	50,20	0,40	50,13	0,38	50,14	0,36	50,16	0 32	50,15	0,30
70	50,24	0,42	50,18	0,40	50,19	0,37	50,19	0 34	50,18	0,32
80	50,29	0,45	50,20	0,42	50,22	0,39	50,23	0 36	50,21	0,34
90	50,34	0,49	50,24	0,47	50,26	0,44	50,28	0 39	50,26	0,38
100	50,41	0,54	50,28	0,51	50,31	0,49	50,33	0,43	50,30	0,40
110	50,49	0,61	50,37	0,58	50,38	0,53	50,39	0,48	50,37	0,42
120	50,60	0,69	50,42	0,62	50,46	0,58	50,48	0,56	50,45	0,52
130	50,74	0,82	50,69	0,76	50,64	0,70	50,59	0,66	50,54	0,62
140	50,95	1,02	50,89	0,95	50,83	0,88	50,76	0,81	50,74	0,77
150	51,29	1,34	51,21	1,25	51,13	1,16	51,03	1,07	51,97	1,01

Угол поворота в град.	R=1700 м, $l_п$=100 м		R=1800 м, $l_п$=100 м		R=1900 м, $l_п$=100 м		R=2000 м, $l_п$=100 м	
	ΔТ	ΔБ	ΔТ	ΔБ	ΔТ	ΔБ	ΔТ	ΔБ
6,0	50,00	0,25	50,00	0,23	50,00	0,22	50,00	0,21
10	50,02	0,25	50,02	0,23	50,02	0,22	50,02	0,21
20	50,04	0,24	50,04	0,24	50,04	0,23	50,04	0,21
30	50,06	0,25	50,06	0,24	50,06	0,23	50,06	0,22
40	50,09	0,26	50,08	0,25	50,08	0,24	50,08	0,22
50	50,12	0,27	50,11	0,26	50,10	0,24	50,10	0,23
60	50 14	0,28	50,13	0,27	50,12	0,26	50,12	0,24
70	50 17	0,30	50,16	0,28	50,15	0,27	50,14	0,25
80	50,19	0,32	50,19	0,30	50,18	0,28	50,17	0,27
90	50,24	0,30	50,23	0,33	50,22	0,31	50,21	0,29
100	50,28	0,37	50,27	0,36	50,21	0,34	50,25	0,32
110	50,35	0,44	50,33	0,40	50,32	0,38	50,30	0,36
120	50,42	0,48	50,40	0,46	50,38	0,44	50,36	0,42
130	50,51	0,58	50,49	0,55	50,47	0,52	50,45	0,49
140	50,70	0,72	50,64	0,68	50,61	0,65	50,57	0,61
150	50,90	0,95	50,86	0,89	50,83	0,84	50,78	0,80

Таблица 1.3

Прямоугольные координаты для детальной разбивки горизонтальных кривых от тангенса

K	R = 15 м		R =15 м, l_n = 20 м		R = 20 м		R =20 м, l_n = 20 м		R = 25 м		R =25 м, l_n = 20 м	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
2	1,99	0,13	2,00	0,00	2,00	0,10	2,00	0,00	2,00	0,08	2,00	0,00
4	3,95	0,53	4,00	0,04	3,97	0,90	4,00	0,03	3,98	0,32	4,00	0,02
6	5,84	1,18	6,00	0,12	5,91	0,89	6,00	0,09	5,94	0,72	6,00	0,07
8	7,63	2,08	7,99	0,28	7,79	1,58	7,99	0,21	7,86	1,27	8,00	0,17
10	9,28	3,21	9,97	0 56	9,59	2,45	9,98	0,42	9,74	1,97	9,99	0,33
12	10,76	4,55	11,93	0,96	11,29	3,49	11,96	0,72	11,54	2,83	11,98	0,58
14	12,05	6,07	13,85	1,51	12,88	4,70	13,92	1,14	13,28	3,82	13,95	0,91
16	13,13	7,75	15,71	2,25	14,35	6,07	15,84	1,69	14,93	4,95	15,90	1,36
18	13,98	9,56	17,48	3,17	15,67	7,57	17,71	2,40	16,48	6,20	17,81	1,93
20	14,58	11,47	19,13	4,31	16,83	9,19	19,51	3,27	17,93	7,58	19,68	2,64
22	14,92	13,44	20,61	5,64	17,82	10,93	21,21	4,32	19,27	9,07	21,49	3,49
24	15,00	15,45	21,91	7,17	18,64	12,75	22,80	5,53	20,48	10,66	23,23	4,48
26			22,99	8,85	19,27	14,65	24,26	6,89	21,56	12,34	24,88	5,61
28					19,71	16,60	25,58	8,39	22,50	14,11	26,43	6,87
30					19,95	18,54	26,75	10,02	23,30	15,94	27,68	8,25
32							27,74	11,75	23,95	17,83	29,22	9,73
34									24,45	19,77	30,43	11,30
36											31,51	13,01
38											32,45	14,71

Продолжение табл. 1.3

K	R = 30 м		R =30 м, $l_п$ = 30 м		R = 50 м		R =50 м, $l_п$ = 35 м		R = 60 м		R =60 м, $l_п$ = 40 м	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
5	4,98	0,42	5,00	0,02	4,99	0,25	5,00	0,01	4,99	0,21	5,00	0,01
8	7,91	1,06	8,00	0,09	7,97	0,64	8,00	0,05	7,98	0,53	8,00	0,04
10	9,82	1,65	10,00	0,19	9,93	1,0	10,00	0,10	9,95	0,83	10,00	0,07
12	11,68	2,37	11,99	0,32	11,89	1,43	12,00	0,17	11,92	1,20	12,00	0,12
15	14,38	3,67	14,98	0,62	14,78	2,23	14,99	0,32	14,84	1,86	15,00	0,23
17	16,11	4,69	16,96	0,91	16,67	2,86	16,99	0,47	16,77	2,39	17,00	0,34
20	18,55	6,42	19,90	1,48	19,47	3,95	19,97	0,76	19,63	3,30	19,99	0,56
22	20,08	7,71	21,84	1,96	21,30	4,76	21,96	1,01	21,51	3,99	21,98	0,74
25	22,21	9,83	24,70	2,87	23,97	6,12	24,92	1,49	24,28	5,13	24,96	1,08
27	23,50	11,35	26,56	3,60	25,70	7,12	26,88	1,87	26,09	5,99	26,94	1,37
30	25,24	13,79	29,25	4,91	28,23	8,73	29,80	2,56	28,77	7,35	29,89	1,87
32	26,27	15,51	30,99	5,95	29,86	9,90	31,73	3,10	30,50	8,33	31,85	2,27
35	27,58	18,20	33,43	7,67	32,21	11,76	34,57	4,05	33,04	9,93	34,77	3,03
37	28,31	20,07	34,95	8,96	33,71	13,08	36,44	4,77	34,70	11,06	36,70	3,50
40	29,16	22,94	37,09	11,09	35,87	15,16	39,18	5,99	37,10	12,85	39,56	4,40
42			38,38	12,60	37,23	16,63	40,96	6,90	38,65	14,11	41,44	5,10
45			40,12	15,04	39,17	18,92	43,56	8,39	40,90	16,10	44,21	6,24
47			41,50	16,76	40,38	20,51	45,25	9,47	42,34	17,49	46,08	7,08
50			42,46	19,45	42,07	22,98	47,67	11,21	44,41	19,66	48,70	8,43
55											52,98	11,03
60											57,03	13,96

K	R = 80 м		P =80 м, $l_п$ = 45 м		P = 100 м		P =100 м, $l_п$ = 50 м		P = 150 м		P =150 м, $l_п$ = 60 м	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
5	5,00	0,16	5,00	0 01	5,00	0,13	5,00	0,00	5,00	0,08	5,00	0,00
8	7,99	0,40	8,00	0,02	7,99	0,32	8,0	0,02	7,99	0,21	8,00	0,01
10	9,97	0,62	10,0	0,05	9,98	0,50	10,0	0,03	9,99	0,33	10,0	0,02
12	11,95	0,90	12,0	0,08	11,97	0,72	12,0	0,06	11,99	0,48	12,0	0,03
15	14,91	1,40	15,0	0,16	14,94	1,12	15,0	0,11	14,98	0,75	15,0	0,06
17	16,87	1,80	17,0	0,23	16,92	1,44	17,0	0,16	16,96	0,96	17,0	0,09
20	19,79	2,49	19,99	0,37	19,87	1,99	20,0	0,27	19,94	1,33	20,0	0,15
22	21,72	3,01	21,99	0,49	21,82	2,41	21,99	0,35	21,92	1,61	22,0	0,20
25	24,59	3,87	24,98	0,72	24,74	3,11	24,99	0,52	24,88	2,08	25,0	0,29
27	26,49	4,52	26,97	0,91	26 67	3,62	26,99	0,66	26,86	2,42	27,0	0,36
30	29,30	5,56	29,95	1,25	29,55	4,47	29,98	0,90	29,80	2,99	29,99	0,50
32	31,15	6,32	31,93	1,52	31,46	5,08	31,97	1,09	31,76	3 40	31,99	0,61
35	33,90	7,54	34,90	1,98	34,29	6,06	34,95	1,43	34,68	4,07	34,98	0,79
37	35, 69	8,40	36,87	2,33	36,16	6,77	36,93	1,69	36,62	4,54	36,98	0,94
40	38,35	9,79	39,80	2,95	38,94	7,89	39,90	2,13	39,53	5,30	39,97	1,19
42	40,10	10,77	41,75	3,41	40,78	8,69	41,87	2,46	41,45	5,84	41,96	1,37
45	42,66	12,33	44,64	4,20	43,50	9,96	44,82	3,02	44,33	6,70	44,94	1,69
47	44,34	13,41	46,58	4,77	45,29	10,84	46,77	3,45	46,23	7,30	46,93	1,93
50	46,81	15,12	49,42	5,73	47,94	12,24	49,69	4,15	49 08	8,26	49,91	2,32
55	50,77	18,17	54,07	7,56	52,27	14,75	54,50	5,81	53,78	9,97	54,84	3,07
60	54,53	21,16	58,60	9,68	56,46	17,47	59,24	7,10	58,42	11,84	52,76	4,00
65			62,97	12,08	60,52	20,39	63,89	8,93	62,99	13,86	64,63	5,06
70			67,20	14,75	64,35	23,52	68,45	11,00	67,49	16,04	69,49	6,30
75			71,25	17,67			72,89	13,28	71,92	18,36	74,28	7,70
80			75,12	20,84			77,22	15,79	76,26	20,83	79,03	9,26
85							81,42	18,51	80,52	23,45	83,74	10,97
90							85,47	21,43	84,70	26,20	88,37	12,84
95							89,37	24,55			92,95	14,87
100							93,11	27,87			97,45	17,04
110											106,23	21,83
120											114,66	27,20
130											122,72	33,12
140											130,36	39,56
150											13756	46,49

Продолжение табл. 1.3

K	R=200 м		R=200 м, $l_п$=70 м		R=250 м		R=250 м, $l_п$=80 м		R=300 м		R=300 м, $l_п$=90 м	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
10	10,00	0,25	10,0	0,01	10,0	0,20	10,0	0,01	10,0	0,17	10,0	0,01
20	19,97	1,00	20,0	0,10	19,98	0,80	20,0	0,07	19,99	0,67	20,0	0,05
30	29,98	2,25	30,0	0,32	29,93	1,80	30,0	0,23	29,95	1,50	30,0	0,17
40	39,73	3,99	39,99	0,76	39,83	3,19	39,99	0,53	39,88	2,66	40,0	0,40
50	49,48	6,22	49,96	1,49	49,67	4,98	49,98	1,04	49,77	4,16	49,99	0,77
60	59,10	8,93	59,90	2,57	59,43	7,17	59,95	1,80	59,60	5,98	59,97	1,33
70	68,58	12,12	69,79	4,08	69,09	9,74	69,90	2,86	69,37	8,13	69,94	2,12
80	77,89	15,79	79,60	6,06	78,64	12,69	79,80	4,27	79,06	10,60	79,89	3,16
90	86,99	19,91	89,23	8,53	88,07	16,03	89,64	6,05	88,66	13,40	89,80	4,50
100	95,89	24,48	98,83	11,49	97,36	19,73	99,40	8,24	98,16	16,51	99,61	6,14
110	104,54	29,50	108,22	14,92	106,48	23,81	109,06	10,81	107,55	19,94	109,46	8,14
120	112,93	34,93	117,43	18,81	115,44	28,25	118,62	13,76	116,83	23,68	119,19	10,45
130	121,04	40,78	126,44	23,16	124,22	33,05	128,03	17,10	125,97	27,73	128,84	13,08
140	128,84	47,03	135,21	27,95	132,80	38,19	137,32	20,80	134,97	32,08	138,39	16,04
150	136,33	53,66	143,74	33,18	141,16	43,67	146,45	24,88	143,83	36,73	147,84	19,31
160	143,47	60,66	151,99	38,83	149,30	49,48	155,41	29,33	152,52	41,66	157,17	22,90
170	150,26	68,00	159,95	44,90	157,32	55,72	164,18	34,11	161,19	46,98	166,38	26,79
180	156,74	75,78	168,34	51,98	165,0	62,17	172,79	39,25	169,50	52,47	175,46	30,98
190			174,91	58,13	172,40	68,95	181,16	44,74	177,60	58,23	184,39	35,49
200			181,88	65,31	179,52	76,02	189,30	50,54	185,50	64,23	193,18	40,27
210					186,25	85,87	197,16	56,67				
220							204,81	63,12				
230							212,20	69,86				
240							219,30	76,89				
250							226,13	84,17				

K	R = 400 м		R =400 м, $l_п$ =100 м		R = 500 м		R =500 м, $l_п$ =110 м		R = 600 м		R =600 м, $l_п$ =120 м	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
10	10,00	0,13	10,0	0,01	10,0	0,10	10,0	0,0	10,0	0,0	10,0	0,0
20	19,99	0,50	20,0	0,04	19,99	0,40	20,0	0,02	20,0	0,33	20,0	0,02
30	29,97	1,12	30,0	0,11	29,98	0,20	30,0	0,08	29,99	0,75	30,0	0,06
40	39,93	2,00	40,0	0,27	39,96	1,60	40,0	0,19	39,97	1,33	40,0	0,15
50	49,87	3,12	50,0	0,52	49,92	2,50	50,0	0,38	49,94	2,08	50,0	0,29
60	59,78	4,49	59,99	0,90	59,86	3,60	59,99	0,65	59,90	3,00	60,0	0,50
70	69,64	6,11	69,97	1,43	69,77	4,89	69,99	1,04	69,84	4,08	70,0	0,80
80	79,47	7,97	79,95	2,14	79,66	6,39	79,97	1,55	79,76	5,33	79,98	1,19
90	89,24	10,08	89,91	3,04	89,51	8,08	89,95	2,21	89,66	6,74	89,97	1,69
100	98,96	12,44	99,84	4,17	99,33	9,97	99,92	3,03	99,54	8,31	99,95	2,32
110	108,62	15,03	109,75	5,53	109,11	12,05	109,87	4,03	109,38	10,06	109,92	3,09
120	118,21	17,87	119,61	7,15	118,85	14,33	119,80	5,22	119,20	11,96	119,88	4,0
130	127,72	20,94	129,43	9,01	128,54	16,81	129,71	6,62	128,99	14,03	129,82	5,09
140	137,16	24,59	139,21	11,13	138,18	19,47	139,57	8,21	138,73	16,26	139,74	6,33
150	146,51	27,80	148,93	13,48	147,76	22,33	149,41	10,0	148,44	18,65	149,64	7,74
160	155,77	31,58	158,59	16,07	157,28	25,38	159,21	11,98	158,11	21,21	159,51	9,32
170	165,24	35,72	168,17	18,91	166,74	28,62	168,97	14,17	167,73	23,92	169,37	11,06
180	174,08	40,00	177,69	21,99	176,14	32,05	178,68	16,57	177,31	26,80	179,18	12,96
190	182,84	44,00	187,13	25,29	185,46	35,67	188,35	19,08	186,84	29,83	188,96	15,03
200	192,08	49,16	196,48	28,84	194,71	39,47	197,96	21,88	196,32	33,03	198,71	17,26
210	200,60	53,92	205,74	32,62	203,50	43,60	207,51	24,83			208,43	19,65
220			214,90	36,60	212,10	47,60	217,0	27,98			218,11	22,21
230			223,96	40,86	222,30	51,75	226,43	31,32			227,72	24,93
240			232,90	45,33			235,79	34,85			237,29	27,80
250			241,74	50,01			245,08	38,56			246,83	30,84
260											256,29	34,03
270											265,72	37,38
280											275,08	40,89
290											284,39	44,55
300											293,63	48,36

Продолжение табл. 1.3

К	R = 700 м		R =700 м, $l_п$=120 м		R = 800 м		R =800 м, $l_п$=120 м		R = 900 м		R =900 м, $l_п$=120 м	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
10	10,00	0,07	10,00	0,00	10,00	0,06	10,00	0,00	10,00	0,06	10,00	0,00
20	20,00	0,29	20,00	0,02	20,00	0,25	20,00	0,01	20,00	0,22	20,00	0,01
30	29,99	0,64	30,00	0,06	29,99	0,56	30,00	0,05	29,99	0,50	30,00	0,04
40	39,98	1,14	40,00	0,13	39,98	1,00	40,00	0,11	39,99	0,89	40,00	0,10
50	49,96	1,78	50,00	0,20	49,97	1,56	50,00	0,22	49,98	1,39	50,00	0,19
60	59,93	2,57	60,00	0,43	59,94	2,25	60,00	0,38	59,96	2,00	60,00	0,33
70	69,88	3,50	69,99	0,68	69,91	3,06	70,00	0,60	69,93	2,72	70,00	0,53
80	79,83	4,57	79,99	1,02	79,87	4,00	79,99	0,84	79,90	3,56	79,99	0,79
90	89,75	5,78	89,98	1,45	89,81	5,06	89,98	1,27	89,85	4,50	89,99	1,13
100	99,66	7,13	99,96	1,98	99,74	6,24	99,97	1,74	99,79	5,55	99,98	1,54
110	109,55	8,63	109,94	2,64	109,65	7,55	109,96	2,31	109,72	6,71	109,97	2,05
120	119,41	10,26	119,91	3,43	119,55	8,98	119,93	3,0	119,65	7,99	119,95	2,67
130	129,25	12,04	129,87	4,36	129,43	10,54	129,90	3,81	129,55	9,37	129,92	3,39
140	139,07	13,95	139,81	5,43	139,29	12,22	139,86	4,75	139,44	10,87	139,89	4,22
150	148,86	16,01	149,74	6,64	149,12	14,02	149,80	5,81	149,32	12,47	149,84	5,16
160	158,61	18,21	159,65	7,99	158,94	15,95	159,73	6,99	159,16	14,18	159,79	6,22
170	168,33	20,54	169,53	9,48	168,72	17,99	169,64	8,30	169,00	16,0	169,72	7,38
180	178,02	23,02	179,40	11,11	178,49	20,17	179,54	9,73	178,82	17,94	179,64	8,66
190	187,68	25,63	189,24	12,90	188,22	22,46	189,42	11,29	188,59	19,98	189,54	10,04
200	197,29	28,38	199,05	14,81	197,92	24,87	199,28	12,97	198,36	22,14	199,43	11,53
210			208,84	16,87	207,60	27,40	209,11	14,77	208,11	24,39	209,30	13,14
220			218,60	19,06	217,24	30,06	218,92	16,70	217,81	26,76	219,15	14,85
230			228,32	21,40	226,84	32,84	228,71	18,75	227,50	29,23	228,98	16,68
240			238,01	23,87	236,42	35,73	238,47	20,92	237,16	31,80	238,79	18,61
250			247,66	26,49			248,21	23,21			248,58	20,65
260			257,28	29,24			257,91	25,62			258,35	22,80
270							267,59	28,16			268,09	25,6
280							277,23	30,81			277,81	27,42
290							286,83	33,59			287,50	29,90
300							296,40	36,48			297,16	32,48

K	R = 1000 м		R=1000 м, $l_п$=100 м		R =1100 м		R=1100 м, $l_п$=100 м		R =1200 м		R=1200 м, $l_п$=100 м	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
20	20,00	0,20	20,00	0,01	20,00	0,18	20,00	0,01	20,00	0,17	20,00	0,01
40	39,99	0,80	40,00	0,11	39,99	0,73	40,00	0,10	39,99	0,67	40,00	0,09
60	59,96	1,80	60,00	0,36	59,97	1,64	60,00	0,33	59,97	1,50	60,00	0,30
80	79,92	3,20	79,99	0,85	79,93	2,91	79,99	0,78	79,94	2,67	79,99	0,71
100	99,83	5,00	99,98	1,67	99,87	4,54	99,98	1,52	99,88	4,17	99,98	1,39
120	119,71	7,19	119,94	2,87	119,76	6,54	119,95	2,61	119,80	6,00	119,96	2,39
140	139,54	9,78	139,87	4,46	139,61	8,90	139,90	4,06	139,68	8,16	139,91	3,72
160	159,32	12,77	159,77	6,46	159,44	11,62	159,81	5,87	159,59	10,65	159,84	5,39
170	169,18	14,42	169,71	7,61	169,33	13,11	169,76	6,92	169,43	12,02	169,80	6,34
180	179,03	16,16	179,63	8,86	179,21	14,70	179,69	8,05	179,33	13,48	179,74	7,38
190	188,86	18,00	189,54	10,20	189,07	16,37	189,62	9,28	189,21	15,01	189,68	8,50
200	198,67	19,93	199,43	11,65	198,91	18,13	199,53	10,59	199,08	16,63	199,61	9,71
210	208,46	21,97	209,31	13,19	208,75	19,99	209,43	11,99	208,93	18,33	209,52	11,00
220	218,23	24,10	219,18	14,83	218,54	21,92	219,32	13,49	218,77	20,11	219,43	12,30
230	227,98	26,33	229,03	16,57	228,33	23,96	229,19	15,07	228,59	21,97	229,32	13,82
240	237,70	28,66	238,85	18,41	238,11	26,08	239,05	16,75	238,40	23,92	239,20	15,36
250	247,40	31,09	248,67	20,35			248,90	18,51			249,07	16,98
260	257,08	33,61	258,46	22,39			258,72	20,36			258,93	18,68
270	266,73	36,23	268,23	24,52			268,53	22,31			268,77	20,46
280	276,36	38,94	277,97	26,75							278,59	22,32
290	285,95	41,76	287,70	29,08							288,40	24,27
300	295,52	44,66	297,40	31,50							298,19	26,29
310	305,06	47,67	307,08	34,03								
320	314,57	50,76	316,73	36,65								
330	324,04	53,96	326,35	39,36								
340	333,49	57,24	335,95	42,17								
350	342,90	60,63	345,52	45,08								
360	352,27	64,10										
370	361,62	67,67										
380	370,92	71,34										
390	380,19	75,09										
400	389,42	78,94										

Продолжение табл. 1.3

K	R = 1500 м		R=1500 м, $l_п$=100 м		R =1800 м		R=1800 м, $l_п$=100 м		R =2000 м		R=2000 м, $l_п$=100 м	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
20	20,00	0,13	20,00	0,01	20,00	0,11	20,00	0,01	20,00	0,10	20,00	0,01
40	40,00	0,53	40,00	0,07	40,00	0,44	40,00	0,06	40,00	0,40	40,00	0,05
60	59,98	1,20	60,00	0,24	59,99	1,00	60,00	0,20	59,99	0,90	60,00	0,18
80	79,96	2,13	80,00	0,57	79,97	1,78	80,00	0,47	79,98	1,60	80,00	0,43
100	99,93	3,33	99,99	1,11	99,95	2,78	99,99	0,93	99,96	2,50	99,99	0,33
120	119,87	4,80	119,97	1,91	119,91	4,0	119,98	1,59	119,93	3,60	119,98	1,43
140	139,80	6,53	139,94	2,98	139,86	5,44	139,96	2,48	139,89	4,90	139,97	3,72
160	159,70	8,53	159,90	4,31	159,79	7,11	159,93	3,59	159,83	6,40	159,94	2,23
170	169,94	9,62	169,87	5,08	169,75	8,02	169,91	4,23	169,80	7,22	169,73	3,81
180	179,57	10,79	179,84	5,91	179,70	8,99	179,89	4,92	179,76	8,10	179,91	4,43
190	189,49	12,02	189,79	6,81	189,65	10,02	189,86	5,67	189,71	9,02	189,88	5,11
200	199,41	13,31	199,75	7,77	199,59	11,10	199,83	6,48	199,67	9,99	199,86	5,83
210	209,31	14,68	209,69	8,80	209,52	12,24	209,79	7,34	209,62	11,02	209,83	6,60
220	219,21	16,10	219,63	9,90	219,45	13,43	219,75	8,25	219,56	12,09	219,79	7,43
230	229,10	17,60	229,57	11,06	229,37	14,67	229,70	9,22	229,49	13,21	229,76	8,30
240	238,98	19,16	239,49	12,30	239,29	15,98	239,65	10,25	239,42	14,48	239,71	9,23
250	248,84	20,79	249,91	13,59	249,20	17,33	249,59	11,33	249,35	15,60	249,67	10,20
260	258,70	22,48	259,31	14,95	259,10	18,75	259,52	12,47	259,26	16,88	259,61	11,22
270	268,55	24,23	269,21	16,38	268,99	20,21	269,45	13,66	269,18	18,20	269,56	12,30
280	278,38	26,06	279,10	17,88	278,87	21,73	279,37	14,91	279,09	19,57	279,49	13,42
290	288,20	27,95	288,98	19,44	288,75	23,31	289,29	16,21	288,98	20,99	289,42	14,59
300	298,0	29,90	298,84	21,06			299,20	17,56	298,88	22,46	299,35	15,80
310	307,80	31,92	308,70	22,75			309,10	18,98	308,76	23,98	309,27	17,08
320	317,58	34,00	318,54	24,51			318,99	20,44	318,64	25,55	319,18	18,41
330			328,37	26,34			328,87	21,97			329 09	19,78
340			338,19	28,22			338,75	23,54			338,98	21,20
350			348,00	30,18			348,61	25,17			348,88	22,67
360			357,80	32,20			358,47	26,86			358,76	24,19
370			367,58	34,28			368,32	28,60			368,64	25,75
380							378,15	30,40			358,50	27,37
390							387,98	32,25			388,36	29,04
400							397,80	34,15			398,22	30,76

Продолжение табл. 1.3

K	R = 2500 м		R = 3000 м		R = 4000 м		R = 5000 м	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
20	20,00	0,08	20,00	0,07	20,00	0,05	20,00	0,04
40	40,00	0,32	40,00	0,27	40,00	0,20	40,00	0,16
60	59,99	0,72	60,00	0,60	60,00	0,45	60,00	0,36
80	79,99	1,28	79,99	1,07	79,99	0,80	80,00	0,64
100	99,97	2,00	99,98	1,67	99,99	1,25	99,99	1,00
120	119,95	2,88	119,97	2,40	119,98	1,80	119,99	1,44
140	139,93	3,92	139,95	3,27	139,97	2,45	139,98	1,96
160	159,89	5,12	159,92	4,27	159,96	3,24	159,97	2,56
180	179,84	6,48	179,89	5,40	179,94	4,05	179,96	3,24
200	199,79	8,00	199,85	6,66	199,92	5,00	199,95	4,00
220	219,72	9,67	219,80	8,06	219,89	6,05	219,93	4,84
240	239,63	11,51	239,74	9,60	239,86	7,20	239,91	5,76
260	259,53	13,51	259,67	11,26	259,82	8,45	259,88	6,75
280	279,41	15,66	279,59	13,06	279,77	9,80	279,86	7,84
300	299,28	17,98	299,50	14,99	299,72	11,24	299,82	9,00
320	319,13	20,45	319,39	17,05	319,66	12,79	319,78	10,24
340	338,95	23,08	339,27	19,25	339,59	14,44	339,74	11,55
360	358,76	25,88	354,14	21,57	359,52	16,19	359,69	12,95
380	378,54	28,82	378,98	24,03	379,43	18,04	379,64	14,43
400	398,30	31,93	398,82	26,63	399,33	19,98	399,57	15,99

Окончание табл. 1.3

K	R = 6000 м	R = 8000 м	R = 9000 м	R = 10000 м	R = 15000 м	R = 20000 м	R = 25000 м
	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
20	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
40	0,13	0,10	0,09	0,08	0,06	0,04	0 03
60	0,30	0,22	0,20	0,18	0,12	0,09	0,07
80	0,53	0,40	0,36	0,32	0,21	0,16	0,13
100	0,83	0,62	0,56	0,50	0,33	0,25	0 20
120	1 20	0,90	0,80	0,72	0,48	0,36	0,29
140	1,63	1,23	1,09	0,98	0,65	0,49	0,39
160	2,13	1,60	1,42	1,28	0,85	0,64	0,51
180	2,70	2,03	1,80	1,62	1,08	0,81	0,65
200	3,33	2,50	2,22	2,00	1,33	1,00	0,80
220	4,03	3,02	2,69	2,42	1,61	1,21	0,97
240	4,80	3,60	3,20	2,88	1,92	1,44	1,15
260	5,63	4,22	3,76	3,38	2,25	1,69	1,35
280	6,53	4,90	4,36	3,92	2,61	1,96	1,57
300	7,50	5,62	5,00	4,50	3,00	2,25	1,80
320	8,53	6,40	5,69	5,12	3,41	2,57	2,05
340	9,63	7,23	6,42	5,78	3,85	2,90	2,32
360	10,80	8,10	7,20	6,48	4,32	3,24	2,59
380		9,02	8,02	7,22	4,81	3,61	2,89
400		10,00	8,89	8,00	5,33	4,00	3,20
420		11,02	9,80	8,82	5,88	4,42	3,53
440		12,10	10,76	9,68	6,45	4,84	3,87
460		13,23	11,76	10,58	7,05	5,29	4,23
480		14,40	12,80	11,51	7,68	5,76	4,61
500		15,62	13,89	12,50	8,33	6,25	5,00
520			15,02		9,61	6,75	5,40
540			16,20		9,72	7,29	5,83
560					10,45	7,84	6,27
580					11,21	8,41	6,73
600						9,00	7,20

Таблица 1.4

Разбивка горизонтальных и круговых кривых продолженными хордами

Элементы круговых кривых				Элементы переходной кривой			
радиус R, м	хорда a, м	Перемещения		длина переходной кривой $l_п$, м	расстояние от НПК до т. K, L, м	Прямоугольные координаты	
		крайние c, м	промежуточные, c_1, м			X_o, м	Y_o, м
60	5	0,21	0,42	40	26,84	39,66	4,40
	10	0,84	1,67				
80	5	0,16	0,31	45	30,11	44,64	4,20
	10	0.625	1,25				
100	10	0,56	1,00	50	33,42	49,69	4,15
	20	2,00	4.00				
125	10	0,40	0,80	60	40,10	59,65	4,78
	20	1,60	3,20				
150	10	0,33	0,66	60	40,04	59,76	4,00
	20	1,33	2,66				
200	10	0,25	0,50	70	46,74	69,79	4,08
	20	1,00	2,00				
250	10	0,20	0,40	80	53,37	79,80	4,27
	20	0,80	1,60				
300	10	0,17	0,33	90	60,01	89,80	4,50
	20	0 67	1,33				
400	10	0,12	0,25	100	66,65	99,84	4,17
	20	0,50	1,00				
500	10	0,10	0,20	110	73,48	109,87	4,03
	20	0,40	0,80				
600	10	0,08	0,16	120	79,79	119,89	4,00
	20	0,33	0,66				
700	10	0,07	0,14	120	80,41	119,92	3,43
	20	0,28	0,57				
800	10	0,06	0,12	120	80,02	119,93	3,00
	20	0,25	0,50				
900	10	0,055	0,11	120	79,99	119,95	2,67
	20	0,22	0,44				
1000	10	0,045	0.09	100	66,66	99,97	1,67
	20	0,18	0,36				
1200	10	0,04	0,08	100	66,62	99,98	1,39
	20	0,17	0,33				
1500	10	0,03	0,07	100	66,72	99,99	1,11
	20	0,13	0,27				
1800	10	0,03	0,06	100	66,69	99,99	0,93
	20	0,11	0,22				
2000	10	0,02	0,05	100	66,62	99,99	0,83
	20	0,10	0,20				

Таблица 1.5

Тангенсы входных и выходных коробовых кривых при углах пересечения

Категория главной дороги	I, II		III		III		IV, V (I-с, II-с)	
Категория второстеп. дороги	IV, V		III		IV, V (I-с, II-с)		IV, V (I-с, II-с)	
Радиус сопряжения, м	50, 25, 45		40, 20, 60		40, 20, 45		30, 15, 45	
Угол пересечения, град	$T_{вх}$	$T_{вых}$	$T_{вх}$	$T_{вых}$	$T_{вх}$	$T_{вых}$	$T_{вх}$	$T_{вых}$
60	21,80	21,56	19,12	24,62	18,07	20,01	14,34	18,47
62	22,40	22,18	19,56	25,19	18 54	20,54	14,67	18,89
64	23,02	22,82	20,02	25,76	19,02	21,07	15,02	19,32
66	23,65	23,47	20,50	26,34	19,51	21,61	15,38	19,76
68	24,29	24,13	20,99	26,93	20,02	22,17	15,74	20,20
70	24,95	24,81	21,50	27,53	20,54	22,73	16,12	20,65
72	25,62	25,51	22,02	28,14	21,07	23,31	16,52	21,11
74	26,32	26,22	22,56	28,77	21,62	23.90	16,92	21,58
76	27,03	26,94	23,12	29,41	22,18	24,50	17,34	22,06
78	27,77	20,70	23,69	30,06	22,77	25,12	17,77	22,54
80	28,52	28,47	24,29	30,73	23,37	25,76	18,22	23,05
82	29,30	29,26	24.90	31,42	23,99	26,41	18,68	23,56
84	30,10	30,08	25,54	32,12	24,63	27,08	19,15	24,09
86	30,93	30,92	26,20	32,84	25,29	27,78	19,65	24,63
88	31,79	31,79	26,88	33,59	25,97	28,49	20,16	25,19
90	32,68	32,69	27,59	34,36	26,68	29,23	20,69	25,77
92	33,60	33,62	28 32	35,16	27.42	30,00	21,24	26,37
94	34,55	34,59	29,09	35,98	28,18	30,79	21,82	26,98
96	35,54	35,59	29,88	36,33	28,98	31,61	22,41	27,62
98	36,57	36,63	30,72	37,72	29,80	32,46	23,04	28,29
100	37,64	37,71	31,58	38,63	30,66	33,34	23,68	28,97
102	38,76	38,84	32,48	39,59	31,56	34,26	24,36	29,69
104	39,92	40,02	33,43	40.58	32,50	35,23	25,07	30,44
106	41,14	41,25	34,42	41,62	33,48	36,23	25,82	31,22
108	42,42	42,54	35,46	42,71	34,51	37,28	26,60	32,03
110	43,77	43,89	36,55	43,85	35,59	38,39	27,42	32,88
112	45,18	45,31	37,70	45,04	36,73	39,54	28,28	33,78
114	46.67	46,81	38,92	46,30	37,93	40,76	29,19	34,72
116	48,24	48,38	40,20	47,62	39,19	42,05	30,15	35,72
118	49,90	50,15	41,56	49,02	40,53	43,41	31,17	36,76
120	50,68	51,82	43,00	50,50	41,95	44,85	32,25	37,88

Таблица 1.6

Прямоугольные координаты для детальной разбивки пересечений и примыканий коробовыми кривыми

Длина кривой, м	От входных тангенсов					
	Радиусы сопряжений					
	R_1=50 м, R_2=25 м		R_1=40 м, R_2=20 м		R_1=30 м, R_2=15 м	
	X	Y	X	Y	X	Y
2,0	2,0	0,04	2,0	0,05	2,0	0,07
4,0	4,0	0,16	3,99	0,20	3,99	0,27
6,0	5,99	0,36	5,98	0,45	5,96	0,60
8,0	7,97	0,64	7,95	0,80	7,90	1,06
10,0	9,93	1,0	9,90	1,24	9,79	1,71
12,0	11,88	1,44	11,81	1,81	11,57	2,63
14 0	13,81	1,95	13,66	2,51	13,21	3,76
16.0	15,70	2,61	15,42	3,51	14,69	5,11
18,0	17,52	3,42	17,09	4,61	15,98	6,65
20,0	19,27	4,38	18,63	5,89	–	–
22,0	20,96	5,47	20,04	0,28	–	–
24,0	22,53	6,70	21,29	8,87	–	–
26,0	24,02	8,04	–	–	–	–
28,0	25,38	9,51	–	–	–	–
30,0	26 66	11,08	–	–	–	–
32.0	–	–	–	–	–	–
34,0	–	–	–	–	–	–

Длина кривой, м	От выходных тангенсов							
	Радиусы сопряжений							
	R_3=60 м, R_2=20 м		R_3=45 м, R_2=25 м		R_3=45 м, R_2=20 м		R_3=45 м, R_2=15 м	
	X	Y	X	Y	X	Y	X	Y
2,0	2.0	0,03	2,0	0,04	2,0	0,04	2,0	0,04
4.0	4,0	0,13	3,99	0,18	3.94	0,18	3,99	0,18
6,0	5,99	0,30	5,98	0,40	5,98	0,40	5,98	0,40
8,0	7,98	0,53	7,96	0,71	7,96	0,71	7,96	0,71
10,0	9,95	0,83	9,92	1,11	9,92	1,11	9,92	1,11
12,0	11,92	1,20	11,86	1,59	11,86	1,59	11,86	1,59
14,0	13,87	1,62	13,78	2,16	13,78	2,16	13,78	2,16
16,0	15,81	2,12	15,66	2,98	15,66	2,81	15,66	2,81
18,0	17,73	2,68	17,51	3,50	17,50	3.62	17,47	3,65
20,0	19,63	3,30	19,28	4,52	19,24	4,60	19,16	4,37
22,0	21,51	4.01	20,96	5,58	20,87	5,80	20,69	6,02
24,0	23,31	4,87	22,57	6,77	22,37	7,06	22,08	7.50
26,0	25,01	5,93	24,07	8,09	23,75	8,51	23,15	9,16
28,0	26.59	7,14	2546	9,53	24,97	10,09	–	–
30,0	28,05	8,51	26,63	11,06	26 03	11,80	–	–
32,0	29,37	10,0	27,88	12,71	–	–	–	–
34,0	30,53	11,64	28.95	14,09	–	–	–	–

Таблица 1.7

Длина участка при отгоне виража от двухскатного профиля к односкатному, равному уклону проезжей части по формуле $x = b\, i_{пр} : i_д$ при $i_в = 40$ ‰

Категория дороги, ширина проезжей части	Тип покрытия	Поперечный уклон проезжей части, ‰	Участок «Х» (м), при радиусе кривой (м), переходной кривой (м) и принятом (расчетном) дополнительном продольном уклоне, ‰											
			R=30 м			50			60			80		
			$l_п$=30 м			35			40			45		
			$i_д$=4,87	4,5	4,17	3,85	4,87	4,5	3,65	3,38	4,33	4,0	3,24	3,0
II-с-а b=4,5 м	облегченный	20	–	20	–	23,4	–	–	–	26,6	–	–	–	30
		25	23,1	–	27,0	–	–	–	30,8	–	–	–	34,7	–
IV-с-в, I-с-б I-с-в, b=6,0 м	капитальн. облегченный	20	–	–	–	–	–	26,7	–	–	–	30	–	–
		25	–	–	–	–	30,8	–	–	–	34,6	–	–	–

Категория дороги, ширина проезжей части	Тип покрытия	Поперечный уклон проезжей части, ‰	Участок «Х»(м), при радиусе кривой (м), переходной кривой (м) и принятом (расчетном) дополнительном продольном уклоне, ‰													
			100			150				200		250	300	400	500	600... 1000	1000... 2000
			50			60				70		80	90	100	110	120	100
			3,90	3,6	3,0	3,79	3,5	3,25	3,0	3,25	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
II-с-а b=4,5 м	облегченный	20	–	–	30	–	–	–	30	–	30	30	30	30	30	30	30
		25	–	–	37,5	–	–	–	37,5	–	37,5	37,5	37,5	37,5	37,5		37,5
IV-в, I-с-б	капитальн.	20	–	33,3	–	–	–	–	40	–	40	40	40	40	40	40	40
I-с-в, b=6,0 м	облегчен.	25	38,5	–	–	–	–	46,1	–	–	50	50	50	50	50	40	50
IV-б, b=6,0 м	капитальн облегчен	20	–	33,3	–	–	–	–	40	–	40	40	40	40	40	40	40
		25	38,5	–	–	–	–	46,1	–	–	50	50	50	50	50	50	50
IV, IV-а, I-с-а b=7,0 м	капитальн. облегчен.	20	–	–	–	–	40	–	–	–	46,7	46,7	46,7	46,7	46,7	46,7	46,7
		25	–	–	–	46,2	–	–	–	53,8	–	58,3	58,3	58,3	58,3	58,3	58,3
III, b=8,0 м	капитальн.	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	53,3	53,3	53,3	53,3	53,3
II, b=9,0 м	капитальн	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	60	60

Таблица 1.8

Определение дополнительного уклона по формуле $i_д = 0{,}5\ b(i_в + i_{пр}) : l_п$; $i_в = 40$ ‰

Категория дороги, ширина проезжей части	Тип покрытия	Поперечный уклон проезжей части,‰	Величина дополнительного уклона, $\left(\frac{\text{расчетный}}{\text{принятый}}, ‰\right)$ при радиусе кривой и переходной кривой, м												
			R=30	50	60	80	100	150	200	250	300	400	500	600... 1000	1000... 2000
			$l_п$=30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	110	120	100
II-с-а b=4,5 м	Облегченный	20	4,5	3,85	3,38	3,0	2,70	2,25	1,93	1,69	1,50	1,35	1,23	1,12	
			4,5	3,85	3,38	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
		25	4,87	4,17	3,65	3,24	2,92	3,43	2,08	1,82	1,62	1,41	1,38	1,22	
			4,87	4,17	3,65	3,24	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
IV-в; I-с-б; I-с-в, b=6,0 м	Капитальный, облегченный	20	–	–	4,5	4,0	3,6	3,0	2,57	2,25	2,0	1,8	1,64	1,5	
			–	–	4,5	4,0	3,6	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
		25	–	–	4,87	4,33	3,90	3,25	2,78	2,44	2,17	1,95	1,77	1,62	
			–	–	4,87	4,33	3,90	3,25	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
IV-б; b=6,0 м	Капитальный, облегченный	20	–	–	–	–	3,6	3,0	2,57	2,25	2,0	1,8	1,64	1,5	
			–	–	–	–	3,6	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
		25	–	–	–	–	3,90	3,25	2,78	2,44	2,17	1,95	1,77	1,62	
			–	–	–	–	3,90	3,25	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
IV, IV-а; I-с-а, b=7,0 м	Капитальный, облегченный	20	–	–	–	–	–	3,5	3,0	2,62	2,33	2,10	1,91	1,75	
			–	–	–	–	–	3,5	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
		25	–	–	–	–	–	3,79	3,25	2,34	2,52	2,27	2,07	1,87	
			–	–	–	–	–	3,79	3,25	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	
III, b=8,0 м	Капитальный	20	–	–	–	–	–	–	–	–	2,67	2,40	2,19	2,0	
			–	–	–	–	–	–	–	–	3,0	3,0	3,0	3,0	
II, b=9,0 м	Капитальный	20	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2,25	2,70
			–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3,0	3,0

Примечания:

1. В ширину проезжей части включена ширина краевой полосы, укрепленная по типу дорожной одежды и имеющая одинаковый поперечный уклон.
2. Дополнительный продольный уклон увязан с допустимой расчетной скоростью и предельными нормами проектирования плана дороги (табл. 10 СНиП 2.05.02–85.).

Таблица 1.9

Основные параметры по разбивке отдельных виражей на автомобильных дорогах

Расстояние, м	Внутренняя часть							Превышение т. М, м	Внешняя часть					
	уширение проезжей части/земляного полотна, м	Земляное полотно		Обочина		Проезжая часть			Земляное полотно		Обочина		Проезжая часть	
		ширина, м/уклон, ‰	превышение т. F, м	ширина, м/уклон, ‰	превышение т. Б, м	ширина, м/уклон, ‰	превышение т. А, м		ширина, м/уклон,‰	превышение т. N, м	ширина, м/уклон, ‰	превышение т. С, м	ширина, м/уклон, ‰	превышение т. В, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Категория II-с-а 1. α=40°, R=50 м, $l_п$=35 м, b=4,5 м, B=8,0 м, a=1,75 м $i_в$=40 ‰, $i_{пр}$=20 ‰, Δ=0,80 м, $T_с$=36,0 м, $i_д$=3,85 ‰, X =23,40 м														
1.1. $h_{до}$=0,55 м, m=1,5														
–10	–	4,82/22,8	–0,665	1,75/40	– 0,115	2,25/20	– 0,045	–0,55	4,82/23,8	–0,665	1,75/40	–0,115	2,25/40	–0,045
0 0	–	4,82/22,8	–0,660	1,75/40	– 0,115	2,25/20	– 0,045	–0,55	4,82/16,6	–0,558	1,75/20	–0,030	2,25/20	–0,045
5,0	0,11/0,0	4,82/22,4	–0,663	1,64/40	– 0,113	2,36/20	– 0,047	–0,55	4,82/12,5	–0,576	1,75/11,4	–0,020	2,25/11,4	–0,026
11,70	0,27/0,0	4,82/21,6	–0,660	1,48/40	– 0,110	2,52/20	– 0,050	–0,55	4,82/00	–0,550	1,75/00	0,0	2,25/00	00
15	0,34/0,0	4,82/21,4	–0,658	1,41/40	– 0,108	2,59/20	– 0,052	–0,55	4,82/4,8	–0,527	1,75/5,7	0,023	2,25/57	0,013
23,40	0,53/0,0	4,82/20,6	–0,655	1,22/40	– 0,105	2,78/20	– 0,056	–0,55	4,82/16,6	–0,470	1,75/20	0,08	2,25/20	0,450
30	0,69/0,0	4,82/20,0	–0,684	1,06/40	– 0,134	2,94/31,4	– 0,092	–0,55	4,82/25,9	–0,425	1,75/31,4	0,125	2,25/31,4	0,070
35	0,80/0,05	4,86/20,0	–0,712	1,95/40	– 0,162	3,05/40	– 0,122	–0,55	4,82/33,2	–0,390	1,75/40	0,160	2,25/40	0,090
1.2. $h_{до}$=0,60 м, m=1,5														
–10	–	4,90/23,5	–0,715	1,75/40	– 0,115	2,25/20	– 0,045	–0,60	4,90/23,5	–0,715	1,75/40	–0,115	2,25/20	–0,045
0 0	–	4,90/23,5	–0,715	1,75/40	– 0,115	2,25/20	– 0,045	–0,60	4,90/16,3	–0,608	1,75/20	–0,080	2,25/20	–0,045
5, 0	0,11/0,0	4,90/23,0	–0,703	1,64/40	– 0,113	2,36/20	– 0,047	–0,60	4,90/5,7	–0,628	1,75/11,4	–0,028	2,25/11,4	–0,026
11,70	0,27/0,0	4,90/22,4	–0,710	1,48/40	– 0,110	2,52/20	– 0,052	–0,60	4,90/00	–0,60	1,75/00	0,0	2,25/00	00
15	0,34/0,0	4,90/22	–0,7108	1,41/40	– 0,108	2,59/20	– 0,056	–0,60	4,90/4,7	–0,577	1,75/5,7	0,023	2,25/57	0,013
23,40	0,53/0,0	4,90/21,4	–0,7115	1,22/40	– 0,105	2,78/20	– 0,056	–0,60	4,90/16,3	–0,520	1,75/20	0,080	2,25/20	0,450
30	0,69/0,0	4,93/27,2	–0,734	1,06/40	– 0,134	2,94/31,4	– 0,092	–0,60	4,90/26,5	–0,475	1,75/31,4	0,125	2,25/31,4	0,0706
35	0,80/0,05	4,97/32,2	–0,762	0.95/40	– 0,160	3,05/40	– 0,122	–0,60	4,90/32,6	–0,440	1,75/40	0,160	2,25/40	0,090

Продолжение табл. 1.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Категория IV-в, I-с-в 2. α=37°, R=60 м, $l_п$=40 м, b=6,0 м, B=8,0 м, a=1,0 м $i_в$=40 ‰, $i_{пр}$=20 ‰, Δ=1,40 м, $T_с$=40,28м, $i_д$=4,5 ‰, X=27,00 м 2.1 $h_{до}$=0,55 м, m=1,5														
–10	–	4,82/20,7	–0,65	1,0/40	– 0,10	3,0/20	– 0,060	–0,55	4,82/20,7	–0,650	1,0/40	–0,10	3,0/20	–0,06
0 0	–	4,82/20,7	–0,65	1,0/40	– 0,10	3,0/20	– 0,060	–0,55	4,82/16,6	–0,650	1,0/20	–0,080	3,0/20	–0,06
5, 0	0,18/0,18	5,0/20,8	–0,654	1,0/40	– 0,104	3,18/20	– 0,064	–0,55	4,82/10,3	–0,600	1,0/12,5	–0,050	3,0/12,5	–0,037
10,0	0,35/0,35	5,18/20,6	-0,657	1,0/40	– 0,107	3,35/20	– 0,067	–0,55	4,82/4,1	–0,570	1,0/5,0	0,620	3,0/5	–0,015
13,50	0,47/0,47	5,29/20,6	–0,659	1,0/40	– 0,109	3,47/20	– 0,069	–0,55	4,82/00	–0,550	1,0/00	0,0	3,0/00	0,0
20,0	0,70/0,70	5,52/20,6	–0,664	1,0/40	– 0,114	3,70/20	– 0,074	–0,55	4,82/8,3	–0,570	1,0/10	0,040	3,0/10	0,03
27	0,93/0,93	5,75/20,7	–0,669	1,0/40	– 0,119	3,93/20	– 0,079	–0,55	4,82/16,6	–0,470	1,0/20	0,08	3,0/20	0,06
30	1,05/1,05	5,87/24,0	–0,691	1,0/40	– 0,141	4,05/25	– 0,101	–0,55	4,82/20,7	–0,450	1,0/25	0,10	3,0/25	0,075
40	1,40/1,40	6,22/34,7	–0,766	1,0/40	–0,216	4,40/40	–0,176	–0,55	4,82/33,2	–0,390	1,0/40	0,16	3,0/40	0,12
2.2. $h_{до}$=0,60 м, m=1,5														
–10	–	4,90/20,4	–0,70	1,0/40	– 0,10	3,0/20	– 0,060	–0,60	4,90/20,4	–0,70	1,0/40	–0,10	3,0/20	–0,06
0 0	–	4,90/20,4	–0,70	1,0/40	– 0,10	3,0/20	– 0,060	–0,60	4,90/16,3	–0,68	1,0/20	–0,080	3,0/20	–0,06
5,0	0,18/0,18	5,08/20,4	–0,704	1,0/40	– 0,104	3,18/20	– 0,064	–0,60	4,90/10,2	–0,650	1,0/12,5	–0,050	3,0/12,5	–0,03
10,0	0,35/0,35	5,25/20,3	–0,707	1,0/40	– 0,107	3,35/20	– 0,067	–0,60	4,90/4,1	–0,620	1,0/5,0	0,020	3,0/5	–0,01
13,35	0,47/0,47	5,37/20,3	-0,709	1,0/40	– 0,109	3,47/20	– 0,069	–0,60	4,90/0,0	–0,60	1,0/00	0,0	3,0/00	0,0
20,0	0,70/0,70	5,60/20,3	-0,714	1,0/40	– 0,114	3,70/20	– 0,074	- 0,30	4,90/8,1	–0,56	1,0/10	0,040	3,0/10	0,03
27	0,93/0,93	5,93/20,0	–0,719	1,0/40	– 0,119	3,93/20	– 0,079	–0,60	4,90/16,3	–0,520	1,0/20	0,08	3,0/20	0,06
30	1,05/1,05	6,05/23,3	–0,741	1,0/40	– 0,141	4,05/25	– 0,101	–0,60	4,90/20,4	–0,50	1,0/25	0,10	3,0/25	0,075
40	1,40/1,40	6,40/33,7	–0,816	1,0/40	–0,216	4,40/40	–0,176	–0,60	4,90/32,6	–0,44	1,0/40	0,16	3,0/40	0,12
Категория IV-б, I-с-б 3. α=30°, R=150 м, $l_п$=60 м, b=6,0 м, B=10 м, a=2,0 м $i_в$=40 ‰, $i_{пр}$=20 ‰, Δ=1,0 м, $T_с$=70,43 м, $i_д$=3 ‰, X=40 м 3.1. $h_{до}$=0,55 м, m=1,5														
–10	–	5,82/24,0	–0,69	2,0/40	– 0,14	3,0/20	– 0,06	–0,55	5,82/24,0	–0,69	2,0/40	–0,14	3,0/20	–0,06
0 0	–	5,82/24,0	–0,69	2,0/40	– 0,14	3,0/20	– 0,06	–0,55	5,82/17,2	–0,65	2,0/20	–0,10	3,0/20	–0,06
10	0,17/0,0	5,82/23,4	–0,686	1,83/40	– 0,136	3,17/20	– 0,063	–0,55	5,82/8,6	–0,60	2,0/10	–0,05	3,0/10	–0,03
20	0,33/0,0	5,82/23,0	–0,624	1,67/40	– 0,134	3,33/20	– 0,067	–0,55	5,82/0,0	–0,55	2,0/0,0	0,00	3,0/00	0,0
30	0,50/0,0	5,82/22,3	-0,680	1,50/40	– 0,130	3,50/20	– 0,070	–0,55	5,82/8,6	–0,50	2,0/10	0,05	3,0/10	0,03
40	0,67/0,0	5,82/21,6	-0,616	1,33/40	– 0,126	3,67/20	– 0,073	–0,55	5,82/17,2	–0,45	2,0/20	0,010	3,0/20	0,06
50	0,8/0,0	5,86/27,6	–0,712	1,20/40	– 0,162	3,80/30	– 0,114	–0,55	5,82/26,8	–0,40	2,0/30	0,015	3,0/30	0,09
60	1,0/0,0	5,91/33,8	–0,750	1,0/40	– 0,20	4,0/40	– 0,160	–0,55	5,82/34,4	–0,35	2,0/40	0,20	3,0/40	0,12

Продолжение табл. 1.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
3.2 $h_{до}$=0,60, m=1,5														
–10	–	5,90/23,7	–0,74	2,0/40	– 0,14	3,0/20	– 0,06	–0,60	5,90/23,7	–0,74	2,0/40	–0,14	3,0/20	–0,06
0 0	–	5,90/23,7	–0,74	2,0/40	– 0,14	3,0/20	– 0,06	–0,60	5,90/17,0	–0,70	2,0/20	–0,10	3,0/20	–0,06
10	0,17/0,0	5,90/23,0	–0,736	1,93/40	– 0,136	3,17/0	– 0,063	–0,60	5,90/8,5	–0,65	2,0/10	–0,05	3,0/10	–0,03
20,	0,33/0,0	5,90/22,5	–0,734	1,67/40	– 0,134	3,33/0	– 0,067	–0,60	5,90/0,0	–0,60	2,0/0,0	0,00	3,0/00	0,0
30	0,50/0,0	5,90/22,0	–0,730	1,50/40	– 0,130	3,50/0	– 0,070	–0,60	5,90/8,5	–0,55	2,0/10	0,05	3,0/10	0,03
40	0,67/0,0	5,90/21,4	–0,726	1,33/40	– 0,126	3,67/0	– 0,073	–0,60	5,90/17,0	–0,50	2,0/20	0,010	3,0/20	0,06
50	0,8/0,0	5,93/27,3	–0,762	1,20/40	– 0,162	3,80/0	– 0,114	–0,60	5,90/25,4	–0,45	2,0/30	0,15	3,0/30	0,09
60	1,0/0,0	5,96/33,4	–0,80	1,0/40	– 0,20	4,0/40	– 0,160	–0,60	5,90/33,9	–0,40	2,0/40	0,20	3,0/40	0,12
Категория IV, IV-а; I-с-а 4. α=30°, R=300 м, $l_п$=90 м, b=(3+0,5) l=7,0 м, B=10 м, a=2,0 –0,5 =1,5 м, $i_в$=40 ‰, $i_{пр}$=20 ‰, Δ=0,60 м, $T_с$=107,26 м, $i_д$=3 ‰, X=40 м														
4.1. $h_{до}$=0,57 м, m=1,5														
–10	–	5,86/22,2	–0,70	1,5/40	– 0,13	3,5/20	– 0,07	–0,57	5,86/22,2	–0,70	1,5/40	–0,13	3,5/20	–0,07
0 0	–	5,86/22,2	–0,70	1,5/40	– 0,13	3,5/20	– 0,07	–0,57	5,86/17,0	–0,67	1,5/20	–0,10	3,5/20	–0,07
10	0,07/0,0	5,86/21,8	–0,698	1,43/40	– 0,128	3,57/20	– 0,071	–0,57	5,86/8,5	–0,62	1,5/10,0	–0,05	3,5/10	–0,035,
20	0,13/0,0	5,86/21,7	–0,697	1,37/40	– 0,127	3,63/20	– 0,072	–0,57	5,86/00	–0,57	1,5/00	0,0	3,5/00	0,0
30	0,20/0,0	5,86/21,5	–0,696	1,30/40	– 0,126	3,70/20	– 0,074	–0,57	5,86/8,5	–0,52	1,5/10	0,05	3,5/10	0,035
40	0,27/0,0	5,86/21,3	–0,695	1,23/40	– 0,125	3,77/20	–0,0754	–0,57	5,86/17,0	–0,47	1,5/20	0,10	3,5/20	0,07
52,5	0,35/0,0	5,87/24,2	–0,712	1,15/40	– 0,142	3,85/25	– 0,096	–0,57	5,86/21,3	–0,45	1,5/25	0,125	3,5/25	0,0875
65	0,43/0,0	5,90/27,3	–0,731	1,07/40	–0,161	3,93/30	–0,118	–0,57	5,86/25,6	–0,42	1,5/30	0,150	3,5/30	0,105
77,5	0,52/0,02	5,95/30,4	–0,751	1,0/40	– 0,181	4,02/35	– 0,141	–0,57	5,86/30,0	–0,395	1,5/35	0,175	3,5/35	0,123
90	0,60/0,10	6,07/33,6	–0,774	1,0/40	–0,204	4,10/40	–0,164	–0,57	5,86/34,1	–0,37	1,5/40	0,20	3,5/40	0,140
4.2. $h_{до}$=0,62 м, m=1,5														
–10	–	5,93/21,9	–0,75	1,5/40	– 0,13	3,5/20	– 0,07	–0,62	5,93/21,9	–0,75	1,5/40	–0,13	3,5/20	–0,07
0 0	–	5,93/21,9	–0,75	1,5/40	– 0,13	3,5/20	– 0,07	–0,62	5,93/16,8	–0,72	1,5/20	–0,10	3,5/20	–0,07
10	0,07/0,0	5,93/21,7	–0,748	1,43/40	– 0,128	3,57/20	– 0,071	–0,62	5,93/8,4	–0,67	1,5/10	–0,05	3,5/10	–0,035
20	0,13/0,0	5,93/21,4	–0,747	1,37/40	– 0,127	3,63/20	– 0,072	–0,62	5,93/00	–0,62	1,5/00	0,0	3,5/00	0,0
30	0,20/0,0	5,93/21,2	–0,746	1,30/40	– 0,126	3,70/20	– 0,074	–0,62	5,93/8,4	–0,57	1,5/10	0,005	3,5/10	0,035
40	0,27/0,0	5,93/21,0	–0,745	1,23/40	– 0,125	3,77/20	–0,0754	–0,62	5,93/16,8	–0,52	1,5/20	0,10	3,5/20	0,07
52,5	0,35/0,0	5,95/23,8	–0,762	1,15/40	– 0,142	3,85/25	– 0,096	–0,62	5,93/21,07	–0,495	1,5/25	0,125	3,5/25	0,0875
65	0,43/0,0	5,98/27,0	–0,781	1,07/40	–0,161	3,93/30	–0,118	–0,62	5,93/25,3	–0,47	1,5/30	0,150	3,5/30	0,105

Продолжение табл. 1.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
77,5	0,52/0,02	6,02/30,1	–0,801	1,0/40	– 0,181	4,02/35	– 0,141	–0,62	5,93/29,5	–0,445	1,5/35	0,175	3,5/35	0,123
90	0,60/0,10	6,14/33,2	–0,824	1,0/40	–0,204	4,10/40	–0,164	–0,62	5,93/33,8	–0,42	1,5/40	0,20	3,5/40	0,140
Категория III 5. α=30°, R=600 м, $l_п$=120 м, b=(3,5+0,5) 2=8,0 м, B=12,0 м, a=2,5 –0,5 =2 м, $i_в$=40 ‰, $i_{пр}$=20 ‰, Λ=0,40 м, T_c=221,06 м, $i_д$=3 ‰, X=53,3 м 5 1 $h_{до}$=0,60 м, m=1,5														
–10	–	6,90/23,2	–0,76	2,0/40	– 0,16	4,0/20	– 0,08	–0,60	6,90/23,2	–0,76	2,0/40	–0,16	4,0/20	–0,08
0 0	–	6,90/23,2	–0,76	2,0/40	– 0,16	4,0/20	– 0,08	–0,60	6,90/17,4	–0,72	2,0/20	–0,12	4,0/20	–0,08
13,32	0,04	6,90/23,0	–0,759	1,96/40	– 0,159	4,04/20	– 0,081	–0,60	6,90/8,7	–0,66	2,0/10	- 0,06	4,0/10	–0,04
26,65	0,09	6,90/22,9	–0,758	1,91/40	– 0,158	4,09/20	– 0,082	–0,60	6,90/00	–0,60	2,0/00	0,0	4,0/00	0,0
39,96	0,13	6,90/22,9	–0,758	1,87/40	– 0,158	4,13/20	– 0,083	–0,60	6,90/8,7	–0,54	2,0/10	0,06	4,0/10	0,04
53,30	0,18	6,90/22,7	–0,757	1,82/40	– 0,157	4,18/20	–0,084	–0,60	6,90/17,4	–0,48	2,0/20	0,12	4,0/20	0,08
75,53	0,25	6,93/26	–0,780	1,75/40	– 0,180	4,25/26	– 0,110	–0,60	6,90/22,6	–0,44	2,0/26	0,156	4,0/26	0,104
97,73	0,32	6,97/30,0	–0,809	1,68/40	–0,209	4,32/33	–0,142	–0,60	6,90/29,0	–0,40	2,0/33,3	0,20	4,0/33,3	0,133
120	0,40	7,02/34,2	–0,840	1,60/40	– 0,240	4,40/40	– 0,176	–0,60	6,90/34,8	–0,36	2,0/40	0,24	4,0/40	0,160
5 2. $h_{до}$=0,68 м, m=1,5														
–10	–	7,02/22,8	–0,84	2,0/40	– 0,16	4,0/20	– 0,08	–0,68	7,02/22,8	–0,84	2,0/40	–0,16	4,0/20	–0,08
0 0	–	7,02/22,8	–0,84	2,0/40	– 0,16	4,0/20	– 0,08	–0,68	7,02/17,1	–0,76	2,0/20	–0,12	4,0/20	–0,08
13,32	0,04	7,02/22,6	–0,839	1,96/40	– 0,159	4,04/20	– 0,081	–0,68	7,02/8,5	–0,72	2,0/10	–0,06	4,0/10	–0,04
26,65	0,09	7,02/22,5	–0,838	1,91/40	– 0,158	4,09/20	– 0,082	–0,68	7,02/00	–0,68	2,0/00	0,0	4,0/00	0,0
39,96	0,13	7,02/22,4	–0,838	1,87/40	– 0,158	4,13/20	– 0,083	–0,68	7,02/8,5	–0,64	2,0/10	0,06	4,0/10	0,04
53,30	0,18	7,02/22,2	–0,837	1,82/40	– 0,157	4,18/20	–0,084	–0,68	7,02/17,1	–0,60	2,0/20	0,12	4,0/20	0,08
75,53	0,25	7,05/25,5	–0,860	1,75/40	– 0,180	4,25/26	– 0,110	–0,68	7,02/22,2	–0,576	2,0/26	0,156	4,0/26	0,104
97,73	0,32	7,09/29,7	–0,889	1,68/40	–0,209	4,32/33	–0,142	–0,68	7,02/28,5	–0,480	2,0/33,3	0,20	4,0/33,3	0,133
120	0,40	7,14/33,6	–0,920	1,60/40	– 0,240	4,40/40	– 0,176	–0,68	7,02/34,2	–0,440	2,0/40	0,24	4,0/40	0,160

Окончание табл. 1.9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Категория – II 6. α=30°, R=1000 м, $l_п$=100 м, b=(3,75+0,75)·2=9,0 м, B=15 м, a=3,75 –0,75 =3,0 м, $i_в$=30 ‰, $i_{пр}$=20 ‰, Δ=0,0 м, $T_с$=318,11 м, $i_д$=3 ‰, X=60,0 м														
6.1. $h_{до}$=0,64 м, m=1,5														
–10	–	8,46/24,8	–0,85	3,0/40	– 0,21	4,5/20	– 0,09	–0,64	8,46/24,8	–0,85	3,0/40	–0,21	4,5/20	–0,09
0 0	–	8,46/24,8	–0,85	3,0/40	– 0,21	4,5/20	– 0,09	–0,64	8,46/17,7	–0,79	3,0/20	–0,15	4,5/20	–0,09
15	–	8,46/24,8	–0,85	3,0/40	– 0,21	4,5/20	– 0,09	–0,64	8,46/8,9	–0,715	3,0/10	–0,075	4,5/10	–0,045
30	–	8,46/24,8	–0,85	3,0/40	– 0,21	4,5/20	– 0,09	–0,64	8,46/00	–0,64	3,0/00	0,0	4,5/00	0,0
45	–	8,46/24,8	–0,85	3,0/40	– 0,21	4,5/20	– 0,09	–0,64	8,46/8,9	–0,565	3,0/10	–0,075	4,5/10	0,045
60	–	8,46/24,8	–0,85	3,0/40	– 0,21	4,5/20	– 0,09	–0,64	8,46/17,7	–0,49	3,0/20	–0,15	4,5/20	0,09
80	–	8,53/23,8	–0,843	3,0/30	– 0,203	4,5/25	– 0,113	–0,64	8,46/22,2	–0,452	3,0/25	–0,188	4,5/25	0,113
100	–	8,60/26,2	–0,865	3,0/30	– 0,225	4,5/30	– 0,135	–0,64	8,46/26,6	–0,415	3,0/30	0,225	4,5/30	0,135
6.2. $h_{до}$=0,70 м, m=1,5														
–10	–	8,55/24,1	–0,91	3,0/40	– 0,21	4,5/20	– 0,09	–0,70	8,55/24,1	–0,91	3,0/40	–0,21	4,5/20	–0,09
0 0	–	8,55/24,1	–0,91	3,0/40	– 0,21	4,5/20	– 0,09	–0,70	8,55/17,5	–0,85	3,0/20	–0,15	4,5/20	–0,09
15	–	8,55/24,1	–0,91	3,0/40	– 0,21	4,5/20	– 0,09	–0,70	8,55/8,8	–0,707	3,0/10	–0,075	4,5/10	–0,045
30	–	8,55/24,1	–0,91	3,0/40	– 0,21	4,5/20	– 0,09	–0,70	8,55/00	–0,70	3,0/00	0,0	4,5/00	0,0
45	–	8,55/24,1	–0,91	3,0/40	– 0,21	4,5/20	– 0,09	–0,70	8,55/8,8	–0,625	3,0/10	–0,075	4,5/10	0,045
60	–	8,55/24,1	–0,91	3,0/40	– 0,21	4,5/20	– 0,09	–0,70	8,55/17,5	–0,55	3,0/20	–0,15	4,5/20	0,09
80	–	8,62/23,6	–0,903	3,0/30	– 0,203	4,5/25	– 0,113	–0,70	8,55/22,0	–0,512	3,0/25	–0,188	4,5/25	0,113
100	–	8,68/26,0	–0,925	3,0/30	– 0,225	4,5/30	– 0,135	–0,70	8,55/26,3	–0,475	3,0/30	0,225	4,5/30	0,135

Таблица 1.10

Ширина земляного полотна от оси дороги до бровок, определенная по формулам: $l_i=l_o(1+im+i^2m^2)$; $l_o=B/2+(h_{до}-h_o)\cdot m$ при условии $h_{до} \neq h_{l3п}-h_{lo}$

Категория дороги	Коэффициент заложения откоса, (m)	Ширина земляного полотна от оси до бровок, м при величине уклона, ‰									
		10	20	22	25	27	30	32	35	37	40
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
А Дорожная одежда h=0,55 м											
II-с-а B=8,0 м h_o=0,115 м	1,5	4,65	–	–	4,83	4,85	4,87	4,89	4,90	4,92	4,95
	1,75	4,76	–	–	4,97	4,99	5,02	5,04	5,07	5,09	5,12
	2,0	4,87	5,07	5,09	5,12	5,15	5,18	5,20	5,23	5,26	5,29
	3,0	5,30	5,64	5,67	5,73	5,76	5,82	5,86	5,91	5,95	6,02
IV-в; I-с-в B=8,0 м h_o=0,10 м	1,5	4,67	4,81	4,83	4,85	4,87	4,89	4,91	4,92	4,94	4,97
	1,75	4,78	4,95	4,97	5,00	5,02	5,04	5,06	5,09	5,11	5,14
	2,0	4,90	5,10	5,12	5,16	5,18	5,21	5,23	5,26	5,29	5,32
	3,0	5,35	5,69	5,72	5,78	5,81	5,87	5,91	5,97	6,00	6,07
IV-б, I-с-б B=10,0 м h_o=0,14 м	1,5	5,61	–	–	5,83	5,85	5,87	5,90	5,91	5,94	5,97
	1,75	5,72	–	–	5,98	6,00	6,03	6,06	6,09	6,11	6,15
	2,0	5,82	–	–	6,12	6,15	6,19	6,21	6,25	6,28	6,32
	3,0	6,23	–	6,67	6,73	6,77	6,84	6,88	6,95	6,99	7,06
IV, IV-а; I-с-а B=10 м h_o=0,13 м	1,5	5,63	–	5,82	5,84	5,87	5,89	5,92	5,93	5,96	5,99
	1,75	5,74	–	5,97	6,00	6,02	6,05	6,08	6,11	6,13	6,17
	2,0	5,86	–	6,11	6,15	6,17	6,21	6,24	6,28	6,31	6,34
	3,0	6,26	6,66	6,69	6,76	6,80	6,87	6,92	6,98	7,03	7,10
III B=12,0 м h_o=0,16 м	1,5	6,59	–	6,81	6,84	6,87	6,90	6,93	6,94	6,98	7,01
	1,75	6,68	–	6,95	6,99	7,01	7,05	7,07	7,11	7,14	7,18
	2,0	6,78	–	7,09	7,13	7,17	7,21	7,24	7,29	7,32	7,36
	3,0	6,17	–	7,67	7,74	7,79	7,87	7,92	8,00	8,05	8,13
II B=15,0 м h_o=0,21 м	1,5	8,08	–	–	8,39	8,42	8,46	8,50	8,51	8,55	8,59
	1,75	8,18	–	–	8,55	8,58	8,63	8,66	8,71	8,74	8,79
	2,0	8,28	–	–	8,71	8,75	8,81	8,84	8,90	8,94	9,00
	3,0	8,67	–	–	9,28	9,37	9,52	9,58	9,67	9,74	9,83

Окончание табл. 1.10

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Б. Дорожная одежда h=0,60 м											
II-с-а B=8,0 м h_o=0,115 м	1,5	4,72	–	4,88	4,90	4,92	4,94	4,96	4,97	5,00	5,02
	1,75	4,85	–	5,04	5,07	5,09	5,12	5,14	5,16	5,18	5,21
	2,0	4,97	–	5,20	5,23	5,25	5,29	5,31	5,34	5,37	5,40
	3,0	5,45	–	5,83	5,89	5,92	5,98	6,02	6,08	6,12	6,18
IV-в; I-с-в B=8,0 м h_o=0,10 м	1,5	4,75	–	4,91	4,93	4,95	4,97	4,99	5,00	5,03	5,05
	1,75	4,87	–	5,06	5,09	5,11	5,14	5,16	5,18	5,20	5,23
	2,0	5,00	–	5,23	5,26	5,28	5,32	5,34	5,37	5,40	5,43
	3,0	5,50	5,85	5,88	5,94	5,98	6,03	6,08	6,14	6,18	6,24
IV-б; I-с-б B=10,0 м h_o=0,14 м	1,5	5,69	–	5,88	5,92	5,93	5,96	5,98	5,99	6,02	6,05
	1,75	5,80	–	6,03	6,06	6,09	6,12	6,14	6,18	6,20	6,23
	2,0	5,92	–	6,19	6,23	6,26	6,30	6,32	6,36	6,39	6,43
	3,0	6,38	6,79	6,83	6,89	6,94	7,00	7,05	7,12	7,16	7,23
IV, IV-а; I-с-а B=10 м h_o=0,13 м	1,5	5,70	–	5,89	5,92	5,94	5,97	6,00	6,01	6,03	6,06
	1,75	5,82	–	6,05	6,09	6,11	6,14	6,16	6,20	6,22	6,26
	2,0	5,94	–	6,21	6,25	6,28	6,32	6,34	6,38	6,41	6,45
	3,0	6,41	6,82	6,86	6,93	6,96	7,04	7,08	7,15	7,20	7,27
III B=12,0 м h_o=0,16 м	1,5	6,66	–	–	6,92	6,94	6,97	7,00	7,02	7,05	7,08
	1,75	6,77	–	–	7,08	7,10	7,14	7,17	7,21	7,24	7,28
	2,0	6,88	–	–	7,24	7,27	7,32	7,35	7,40	7,43	7,44
	3,0	7,32	–	7,83	7,91	7,95	8,08	8,09	8,17	8,22	8,30
II B=15,0 м h_o=0,21 м	1,5	8,08	–	–	8,39	8,42	8,46	8,50	8,51	8,55	8,59
	1,75	8,18	–	–	8,55	8,58	8,63	8,66	8,71	8,74	8,79
	2,0	8,28	–	–	8,71	8,75	8,81	8,84	8,90	8,94	9,00
	3,0	8,67	–	–	9,28	9,37	9,52	9,58	9,67	9,74	9,83

Величина вспомогательного коэффициента для определения ширины земляного полотна

Коэффициент заложения откоса, m	Значение $K=(1+im+i^2m^2)$ при уклонах, ‰ (–)								
	20	22	25	27	30	32	35	37	40
1,5	1,0309	1,034	1,0389	1,0420	1,047	1,052	1,0534	1,0586	1,0636
1,75	1,0360	1,040	1,046	1,0494	1,055	1,059	1,0649	1,0689	1,0749
2,0	1,0416	1,046	1,0525	1,0570	1,0636	1,068	1,0750	1,080	1,0864
3,0	1,064	1,070	1,0806	1,087	1,0981	1,105	1,116	1,123	1,134

Таблица 1.11

Смещение точек t_1 и t_2 при сопряжении примыкания к внутренней стороне горизонтальной кривой главной дороги R_c = 15 м

Угол примыкания, град., и тангенсы, м				Вспомогательный угол, град	Смещение точек t_1 и t_2 при радиусе кривой, м											
					100		150		200		250		300		350	
α_1	T_1	α_2	T_2		II_1	II_2	II_1	II_2	II_1	II_2	II_1	II_2	II_1	II_2	II_1	II_2
60	8,66	120	25,98	30	0,86	7,97	0,58	4,98	0,43	3,93	0,35	3,12	0,29	2,60	0,25	2,23
62	9,0	118	24,96	28	0,91	7,20	0,61	4,75	0,45	3,54	0,41	2,93	0,31	2,36	0,26	2,02
64	9,37	116	24,00	26	0,96	6,04	0,65	4,31	0,49	3,22	0,42	2,62	0,33	2,14	0,28	1,83
66	9,74	114	23,10	24	1,04	5,74	0,69	3,92	0,52	2,92	0,44	2,34	0,35	1,92	0,29	1,67
68	10,12	112	22,24	22	1,10	5,42	0,74	3,59	0,55	2,68	0,47	2,14	0,37	1,78	0,31	1,53
70	10,50	110	21,42	20	1,16	4,99	0,79	3,23	0,59	2,45	0,50	1,96	0,39	1,63	0,34	1,40
72	10,90	108	20,65	18	1,25	4,55	0,83	3,00	0,62	2,25	0,53	1,80	0,41	1,50	0,36	1,28
74	11,30	106	19,90	16	1,33	4,17	0,89	2,76	0,66	2,06	0,56	1,65	0,44	1,37	0,38	1,18
76	11,72	104	19,20	14	1,42	3,84	0,96	2,55	0,71	1,90	0,60	1,52	0,47	1,27	0,40	1,09
78	12,15	102	18,52	12	1,51	3,55	1,00	2,35	0,76	1,76	0,64	1,40	0,50	1,17	0,43	1,00
80	12,58	100	17,86	10	1,66	3,30	1,07	2,18	0,81	1,64	0,68	1,30	0,53	1,09	0,46	0,93
82	13,04	98	17,26	8	1,82	3,04	1,14	2,01	0,86	1,51	0,73	1,20	0,57	1,00	0,49	0,86
84	13,51	96	16,66	6	1,86	2,82	1,22	1,85	0,90	1,39	0,78	1,12	0,61	0,93	0,53	0,80
86	14,00	94	16,04	4	1,97	2,60	1,31	1,73	0,98	1,28	0,80	1,03	0,65	0,86	0,56	0,73
88	14,49	92	15,53	2	2,12	2,43	1,40	1,61	1,05	1,20	0,85	0,97	0,70	0,81	0,52	0,62
90	15,00	90	15,00	0	2,26	2,26	1,50	1,50	1,12	1,12	0,90	0,90	0,75	0,75	0,44	0,44

Продолжение табл. 1.11

Угол примыкания, град., и тангенсы, м				Вспомогательный угол, град.	Смещение точек t_1 и t_2 при радиусе кривой, м											
					400		500		600		700		800		900	
α_1	T_1	α_2	T_2		H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2
60	8,66	120	25,98	30	0,22	1,95	0,17	1,56	0,14	1,30	0,12	1,11	0,11	0,96	0,09	0,86
62	9,0	118	24,96	28	0,23	1,76	0,18	1,44	0,15	1,19	0,13	1,02	0,11	0,88	0,09	0,74
64	9,37	116	24,00	26	0,24	1,56	0,19	1,28	0,16	1,08	0,14	0,94	0,12	0,78	0,10	0,69
66	9,74	114	23,10	24	0,26	1,35	0,21	1,16	0,17	0,97	0,15	0,84	0,13	0,73	0,11	0,65
68	10,12	112	22,24	22	0,27	1,29	0,22	1,08	0,18	0,89	0,17	0,77	0,14	0,66	0,12	0,59
70	10,50	110	21,42	20	0,29	1,22	0,23	1,00	0,19	0,81	0,18	0,70	0,15	0,61	0,13	0,54
72	10,90	108	20,65	18	0,30	1,16	0,24	0,92	0,20	0,76	0,20	0,65	0,16	0,56	0,14	0,50
74	11,30	106	19,90	16	0,31	1,09	0,25	0,84	0,21	0,70	0,20	0,59	0,17	0,51	0,15	0,46
76	11,72	104	19,20	14	0,34	1,00	0,28	0,76	0,23	0,63	0,20	0,54	0,18	0,47	0,16	0,42
78	12,15	102	18,52	12	0,37	0,92	0,29	0,70	0,25	0,60	0,22	0,50	0,19	0,43	0,17	0,39
80	12,58	100	17,86	10	0,39	0,83	0,32	0,65	0,26	0,54	0,23	0,46	0,20	0,40	0,18	0,36
82	13,04	98	17,26	8	0,42	0,75	0,34	0,60	0,28	0,50	0,24	0,43	0,21	0,38	0,19	0,33
84	13,51	96	16,66	6	0,45	0,70	0,37	0,56	0,30	0,46	0,26	0,40	0,23	0,35	0,21	0,30
86	14,00	94	16,04	4	0,48	0,65	0,39	0,52	0,32	0,43	0,28	0,37	0,25	0,32	0,23	0,27
88	14,49	92	15,53	2	0,52	0,60	0,42	0,48	0,35	0,40	0,30	0,35	0,26	0,30	0,24	0,24
90	15,00	90	15,00	0	0,56	0,56	0,45	0,45	0,37	0,37	0,32	0,32	0,28	0,28	0,25	0,25

Окончание табл. 1.11

Угол примыкания, град., и тангенсы, м				Вспомогательный угол, град	Смещение точек t_1 и t_2 при радиусе кривой, м											
					1000		1200		1400		1600		1800		2000	
α_1	T_1	α_2	T_2		$П_1$	$П_2$	$П_1$	$П_2$	$П_1$	$П_2$	$П_1$	$П_2$	$П_1$	$П_2$	$П_1$	$П_2$
60	8,66	120	25,98	30	0,08	0,78	0,07	0,65	0,06	0,56	0,05	0,49	0,05	0,43	0,05	0,41
62	9,0	118	24,96	28	0,08	0,71	0,07	0,59	0,06	0,51	0,05	0,45	0,05	0,40	0,05	0,37
64	9,37	116	24,00	26	0,09	0,64	0,08	0,54	0,06	0,47	0,06	0,41	0,06	0,37	0,05	0,33
66	9,74	114	23,10	24	0,10	0,58	0,09	0,49	0,07	0,42	0,07	0,37	0,06	0,33	0,05	0,29
68	10,12	112	22,24	22	0,10	0,54	0,09	0,44	0,07	0,38	0,07	0,35	0,06	0,30	0,05	0,27
70	10,50	110	21,42	20	0,11	0,50	0,10	0,40	0,08	0,35	0,07	0,32	0,07	0,27	0,06	0,25
72	10,90	108	20,65	18	0,12	0,46	0,10	0,37	0,09	0,32	0,08	0,29	0,07	0,25	0,06	0,23
74	11,30	106	19,90	16	0,13	0,42	0,11	0,34	0,10	0,29	0,08	0,26	0,07	0,20	0,07	0,21
76	11,72	104	19,20	14	0,14	0,39	0,11	0,31	0,10	0,27	0,09	0,24	0,08	0,22	0,07	0,20
78	12,15	102	18,52	12	0,15	0,36	0,12	0,29	0,11	0,25	0,10	0,23	0,09	0,19	0,08	0,18
80	12,58	100	17,86	10	0,16	0,33	0,13	0,27	0,11	0,23	0,11	0,21	0,10	0,18	0,08	0,16
82	13,04	98	17,26	8	0,17	0,30	0,14	0,25	0,12	0,22	0,11	0,19	0,10	0,17	0,09	0,15
84	13,51	96	16,66	6	0,18	0,28	0,16	0,24	0,13	0,20	0,11	0,18	0,10	0,15	0,09	0,14
86	14,00	94	16,04	4	0,19	0,26	0,17	0,22	0,14	0,19	0,12	0,16	0,11	0,14	0,10	0,13
88	14,49	92	15,53	2	0,20	0,24	0,18	0,21	0,15	0,18	0,13	0,15	0,11	0,13	0,10	0,12
90	15,00	90	15,00	0	0,22	0,22	0,19	0,19	0,16	0,16	0,14	0,14	0,12	0,12	0,11	0,11

Таблица 1.12

Смещение точек t_1 и t_2 при сопряжении примыкания к внутренней стороне горизонтальной кривой главной дороги R_c = 20 м

Угол примыкания, град, и тангенсы, м				Вспомогательный угол, град	Смещение точек t_1 и t_2 при радиусе кривой, м											
					100		150		200		250		300		350	
α_1	T_1	α_2	T_2		H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2
60	11,54	120	34,64	30	1,54	14,43	1,02	9,40	0,77	7,00	0,61	5,58	0,51	4,64	0,44	3,98
62	12,00	118	33,28	28	1,64	13,03	1,09	8,56	0,87	6,37	0,65	5,08	0,55	4,22	0,47	3,61
64	12,50	116	32,00	26	1,75	11,72	1,16	7,71	0,98	5,74	0,69	4,58	0,58	3,81	0,49	3,26
66	13,00	114	30,80	24	1,86	10,74	1,24	7,05	1,01	5,26	0,74	4,19	0,62	3,49	0,53	2,96
68	13,50	112	29,65	22	1,97	9,77	1,31	6,40	1,04	4,78	0,78	3,81	0,65	3,17	0,56	2,71
70	14,00	110	28,56	20	2,10	8,97	1,40	5,88	1,08	4,39	0,84	3,50	0,70	2,92	0,60	2,50
72	14,53	108	27,52	18	2,23	8,17	1,48	5,36	1,11	4,00	0,89	3,20	0,74	2,66	0,63	2,28
74	15,07	106	26,54	16	2,38	7,56	1,58	4,95	1,19	3,70	0,95	2,95	0,79	2,46	0,68	2,10
76	15,62	104	25,60	14	2,53	6,90	1,68	4,55	1,26	3,40	1,01	2,71	0,84	2,26	0,72	1,93
78	16,20	102	24,70	12	2,69	6,39	1,79	4,21	1,35	3,15	1,08	2,51	0,90	2,09	0,77	1,79
80	16,78	100	23,84	10	2,88	5,88	1,91	3,88	1,43	2,90	1,14	2,31	0,95	1,93	0,82	1,65
82	17,38	98	23,00	8	3,08	5,46	2,04	3,60	1,53	2,78	1,22	2,15	1,02	1,80	0,87	1,53
84	18,00	96	22,20	6	3,29	5,04	2,18	3,33	1,63	2,66	1,30	1,99	1,09	1,66	0,93	1,42
86	18,65	94	21,44	4	3,53	4,70	2 34	3,10	1,75	2,40	1,40	1,86	1,16	1,55	1,00	1,33
88	19,31	92	20,70	2	3,77	4,75	2,50	2,88	1,87	2,15	1,49	1,72	1,24	1,43	1,07	1,25
90	20,00	90	20,00	0	4,05	4,05	2,68	2,68	2,01	2,01	1,60	1,60	1,33	1 33	1,14	1,14

Угол примыкания, град., и тангенсы, м				Вспомогательный угол, град	Смещение точек t_1 и t_2 при радиусе кривой, м											
					400		500		600		700		800		900	
α_1	T_1	α_2	T_2		H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2
60	11,54	120	34,64	30	0,39	3,47	0,31	2,78	0,26	2,31	0,22	1,98	0,19	1,73	0,17	1,54
62	12,00	118	33,28	28	0,41	3,16	0,33	2,53	0,28	2,10	0,23	1,80	0,21	1,56	0,18	1,40
64	12,50	116	32,00	26	0,44	2,85	0,35	2,28	0,29	1,90	0,25	1,63	0,22	1,43	0,19	1,27
66	13,00	114	30,80	24	0,47	2,61	0,37	1,59	0,31	1,74	0,27	1,50	0,24	1,31	0,21	1,16
68	13,50	112	29,65	22	0,49	2,38	0,39	1,90	0,33	1,58	0,28	1,36	0,25	1,19	0,22	1,05
70	14,00	110	28,56	20	0,52	2,17	0,42	1,74	0,35	1,49	0,30	1,24	0,26	0,97	0,21	0,86
72	14,53	108	27,52	18	0,56	2,00	0,44	1,60	0,37	1,36	0,32	1,15	0,28	1,00	0,24	0,88
74	15,07	106	26,54	16	0,59	1,84	0,47	1,47	0,39	1,22	0,34	1,05	0,30	0,92	0,26	0,81
76	15,62	104	25,60	14	0,62	1,70	0,50	1,36	0,32	1,13	0,36	1,97	0,31	0,85	0,28	0,75
78	16,20	102	24,70	12	0,67	1,56	0,53	1,25	0,45	1,04	0,38	0,89	0,33	0,78	0,30	0,69
80	16,78	100	23,84	10	0,71	1,45	0,57	1,16	0,48	0,96	0,41	0,82	0,35	0,72	0,32	0,64
82	17,38	98	23,00	8	0,76	1,34	0,61	1,07	0,51	0,89	0,44	0,76	0,38	0,67	0,34	0,59
84	18,00	96	22,20	6	0,82	1,21	0,65	1,00	0,55	0,83	0,55	0,69	0,41	0,62	0,36	0,55
86	18,65	94	21,44	4	0,87	0,96	0,67	0,78	0,56	0,65	0,48	0,55	0,42	0,48	0,37	0,43
88	19,31	92	20,70	2	0,94	1,08	0,75	0,96	0,62	0,72	0,61	0,60	0,47	0,54	0,42	0,48
90	20,00	90	20,00	0	1,00	1,00	0,80	0,80	0,67	0,67	0,57	0,57	0,50	0,50	0,45	0,45

Таблица 1.13

Смещение точек t_1 и t_2 при сопряжении примыкания к внутренней стороне горизонтальной кривой главной дороги R_c = 25 м

Угол примыкания, град, и тангенс сопряжения, м				Вспомогательный угол, град	Смещение точек t_1 и t_2 при радиусе кривой, м											
					100		150		200		250		300		350	
α_1	T_1	α_2	T_2		H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2
60	14,43	120	43,30	30	2,42	23,11	1,61	14,85	1,20	11,00	0,96	8,75	0,80	7,27	0,69	6,22
62	15,02	118	41,60	28	2,55	21,21	1,71	13,50	1,28	10,01	1,02	7,96	0,85	6,62	0,73	5,66
64	15,62	116	40,00	26	2,70	19,21	1,81	12,16	1,36	9,02	1,09	7,18	0,91	5,97	0,78	5,11
66	16,23	114	38,50	24	2,90	17,30	1,91	11,52	1,45	8,25	1,16	6,58	0,94	5,46	0,83	4,68
68	16,86	112	37,06	22	3,10	15,53	2,01	10,88	1,54	7,49	1,23	5,97	1,02	4,96	0,88	4,25
70	17,50	110	35,70	20	3,30	14,24	2,17	9,66	1,64	7,24	1,31	5,49	1,09	4,52	0,94	3,91
72	18,16	108	34,41	18	3,50	12,96	2,32	8,45	1,74	6,92	1,39	5,01	1,16	4,17	0,99	3,57
74	18,83	106	33,17	16	2,75	11,94	2,48	7,80	1,85	6,62	1,50	4,63	1,23	3,85	1,05	3,30
76	19,53	104	32,00	14	3,98	10,93	2,64	7,14	1,97	5,32	1,61	4,26	1,31	3,53	1,12	3,02
78	20,24	102	30,87	12	4,26	10,06	2,82	6,61	2,10	4,93	1,70	3,94	1,40	3,27	1,24	2,80
80	20,98	100	29,79	10	4,54	9,29	3,00	6,09	2,24	4,54	1,79	3,62	1,49	3,01	1,27	2,58
82	21,74	98	28,76	8	4,86	8,62	3,21	5,66	2,35	4,22	1,91	3,36	1,60	2,80	1,36	2,40
84	22,51	96	27,76	6	5,18	7,95	3,42	5,23	2,56	3,90	2,04	3,11	1,70	2,59	1,46	2,22
86	23,31	94	26,81	4	5,58	7,42	3,68	4,89	2,82	3,70	2,15	2,90	1,85	2,45	1,52	2,08
88	24,14	92	25,89	2	5,98	6,90	3,94	4,55	3,08	3,50	2,32	2,70	2,00	2,30	1,68	1,94
90	25,00	90	25,00	0	6,38	6,38	4,21	4,21	3,35	3,35	2,50	2,50	2,15	2,15	1,80	1,80

Продолжение табл. 1.13

Угол примыкания, град., и тангенс сопряжения, м				Вспомогательный угол, град.	Смещение точек t_1 и t_2 при радиусе кривой, м											
					400		500		600		700		800		900	
α_1	T_1	α_2	T_2		II_1	II_2	II_1	II_2	II_1	II_2	II_1	II_2	II_1	II_2	II_1	II_2
60	14,43	120	43,30	30	0,60	5,43	0,48	4,34	0,40	3,61	0,34	3,10	0,30	2,71	0,27	2,41
62	15,02	118	41,60	28	0,63	4,95	0,51	3,95	0,42	3,30	0,36	2,82	0,32	2,47	0,29	2,20
64	15,62	116	40,00	26	0,67	4,46	0,54	3,57	0,45	2,97	0,38	2,55	0,34	2,23	0,30	1,98
66	16,23	114	38,50	24	0,72	4,08	0,57	3,28	0,48	0,62	0,41	2,33	0,36	2,04	0,32	1,83
68	16,86	112	37,06	22	0,76	3,71	0,61	2,97	0,51	2,47	0,44	2,12	0,38	1,85	0,34	1,68
70	17,50	110	35,70	20	0,81	3,42	0,65	2,73	0,54	2,28	0,47	1,95	0,41	1,70	0,36	1,53
72	18,16	108	34,41	18	0,86	3,12	0,69	2,49	0,58	2,08	0,50	1,78	0,43	1,56	0,38	1,38
74	18,83	106	33,17	16	0,92	2,88	0,74	2,30	0,62	1,92	0,53	1,65	0,46	1,44	0,41	1,27
76	19,53	104	32,00	14	0,98	2,64	0,79	2,11	0,66	1,76	0,56	1,51	0,49	1,32	0,44	1,17
78	20,24	102	30,87	12	1,05	2,45	0,84	1,96	0,71	1,54	0,60	1,40	0,53	1,23	0,47	1,09
80	20,98	100	29,79	10	1,12	2,37	0,89	1,82	0,75	1,41	0,64	1,30	0,57	1,14	0,50	1,01
82	21,74	98	28,76	8	1,19	2,09	0,96	1,67	0,80	1,39	0,68	1,19	0,60	1,05	0,53	0,93
84	22,51	96	27,76	6	1,27	1,95	1,02	1,55	0,85	1,29	0,72	1,11	0,64	0,98	0,57	0,86
86	23,31	94	26,81	4	1,36	1,80	1,09	1,44	0,91	1,20	0,77	1,03	068	0,90	0,60	0,80
88	24,14	92	25,84	2	1,46	1,68	1,17	1,34	0,98	1,12	0,83	0,96	0,73	0,85	0,64	0,75
90	25,00	90	25,00	0	1,56	1,56	1,25	1,25	1,04	1,04	0,89	0,89	0,79	0,79	0,69	0,69

Окончание табл. 1.13

Угол примыкания, град., и тангенс сопряжения, м				Вспомогательный угол, град.	Смещение точек t_1 и t_2 при радиусе кривой, м											
					1000		1200		1400		1600		1800		2000	
α_1	T_1	α_2	T_2		H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2
60	14,43	120	43,30	30	0,24	2,16	0,20	1,80	0,17	1,55	0,15	1,35	0,13	1,20	0,12	1,08
62	15,02	118	41,60	28	0,26	2,31	0,21	1,67	0,18	1,42	0,16	1,24	0,14	1,08	0,12	0,99
64	15,62	116	40,00	26	0,28	2,46	0,23	1,52	0,19	1,29	0,17	1,12	0,15	0,96	0,13	0,90
66	16,23	114	38,50	24	0,29	1,62	0,24	1,35	0,21	1,16	0,18	1,01	0,16	0,84	0,14	0,81
68	16,86	112	37,06	22	0,31	1,50	0,26	1,24	0,22	1,07	0,19	0,93	0,17	0,79	0,15	0,75
70	17,50	110	35,70	20	0,33	1,37	0,27	10,14	0,24	0,99	0,20	0,85	0,18	0,75	0,16	0,69
72	18,16	108	34,41	18	0,34	1,24	0,29	1,04	0,26	0,91	0,22	0,78	0,20	0,70	0,17	0,62
74	18,83	106	33,17	16	0,36	1,15	0,31	0,98	0,27	0,84	0,24	0,72	0,21	0,65	0,18	0,58
76	19,53	104	32,00	14	0,38	1,06	0,34	0,91	0,28	0,77	0,25	0,67	0,22	0,60	0,19	0,54
78	20,24	102	30,87	12	0,42	0,98	0,36	0,84	0,30	0,70	026	0,62	0,23	0,54	0,21	0,49
80	20,98	100	29,79	10	0,45	0,89	0,39	0,77	0,32	0,65	0,28	0,58	0,25	0,50	0,23	0,46
82	21,74	98	28,76	8	0,48	0,80	0,41	0,70	0,34	0,60	0,30	0,54	0,26	0,46	0,24	0,43
84	22,51	96	27,76	6	0,51	0,71	0,44	0,63	0,36	0,55	0,32	0,49	0,28	0,43	0,26	0,39
86	23,31	94	26,81	4	0,54	0,68	0,47	0,60	0,39	0,51	0,35	0,46	0,30	0,39	0,28	0,36
88	24,14	92	25,84	2	0,58	0,65	0,51	0,57	0,42	0,48	0,37	0,43	0,32	0,32	0,32	0,34
90	25,00	90	25,00	0	0,62	0,62	0,54	0,54	0,45	0,45	0,40	0,40	0,35	0,35	0,31	0,31

Таблица 1.14

Смещение точек t_1 и t_2 при сопряжении примыкания к внутренней стороне горизонтальной кривой главной дороги R_c = 30 м

Угол примыкания, град, и тангенс сопряжения, м				Вспомогательный угол γ, град	Смещение точек t_1 и t_2 при радиусе кривой, м											
					100		150		200		250		300		350	
α_1	T_1	α_2	T_2		H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2
60	17,32	120	51,96	30	3,50	34,31	2,32	21,66	1,86	15,98	1,39	12,64	1,15	10,49	0,99	8,98
62	18,27	118	49,93	28	3,82	30,85	2,54	19,54	1,90	14,45	1,51	11,44	1,26	9,50	1,08	8,13
64	18,74	116	48,10	26	3,95	27,80	2,62	17,70	1,96	13,10	1,56	10,40	1,31	8,79	1,13	7,39
66	19,48	114	46,19	24	4,20	25,17	2,78	16,09	2,08	11,91	1,67	9,45	1,39	7,84	1,20	6,73
68	20,23	112	44,48	22	4,47	22,86	2,96	14,65	2,22	10,87	1,79	8,62	1,47	7,17	1,26	6,15
70	21,00	110	42,84	20	4,76	20,82	3,15	13,39	2,36	9,94	1,88	7,89	1,57	6,56	1,35	5,61
72	21,80	108	41,29	18	5,08	19,03	3,36	12,26	2,51	9,11	2,00	7,23	1,67	6,01	1,43	5,15
74	22,60	106	39,81	16	5,41	17,42	3,57	11,25	2,67	8,38	2,13	6,65	1,78	5,53	1,53	4,73
76	23,44	104	38,40	14	5,77	16,00	3,80	10,36	2,85	7,70	2,27	6,13	1,89	5,09	1,62	4,37
78	24,30	102	37,04	12	6,15	14,69	4,06	9,57	3,04	7,11	2,42	5,65	2,02	4,69	1,74	4,02
80	25,17	100	35,75	10	6,57	13,56	4,33	8,82	3,25	6,58	2,58	5,22	2,15	4,35	1,85	3,73
82	26,08	98	34,51	8	7,02	12,52	4,63	8,16	3,46	6,08	2,76	4,84	2,30	4,03	1,98	3,46
84	27,01	96	33,32	6	7,52	11,60	4,94	7,57	3,70	5,65	2,94	4,49	2,45	3,74	2,10	3,21
86	27,98	94	32,17	4	8,06	10,75	5,29	7,02	3,96	5,26	3,16	4,17	2,63	3,47	2,26	2,98
88	28,98	92	31,06	2	8,64	9,98	5,67	6,53	4,24	4,88	3,37	4,47	2,81	3,24	2,41	2,78
90	30,00	90	30,00	0	9,27	9,27	6,09	6,09	4,55	4,55	3,61	3,61	3,01	3,01	2,58	2,58

Продолжение табл. 1.14

Угол примыкания, град., и тангенс сопряжения, м				Вспомогательный угол γ, град	Смещение точек t_1 и t_2 при радиусе кривой, м											
					400		500		600		700		800		900	
α_1	T_1	α_2	T_2		H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2
60	17,32	120	51,96	30	0,87	7,83	0,70	6 29	0,58	5,23	0,50	4,48	0,44	3,92	0,39	3,49
62	18,27	118	49,93	28	0,95	7,08	0,76	5,69	0,63	4,75	0,53	4,01	0,47	3,56	0,42	3,16
64	18,74	116	48,10	26	0,98	6,44	0,79	5,17	0,66	4,31	0,56	3,68	0,49	3,23	0,45	2,87
66	19,48	114	46,19	24	1,04	5,85	0,84	4,85	0,70	3,92	0,59	3,52	0,52	2,93	0,47	2,63
68	20,23	112	44,48	22	1,10	5,38	0,89	4,30	0,74	3,60	0,63	3,06	0,55	2,68	0,50	2,39
70	21,00	110	42,84	20	1,18	4,89	0,95	3,93	0,79	3,27	0,67	2,80	0,59	2,46	0,53	2,19
72	21,80	108	41,29	18	1,25	4,49	1,00	3,61	0,84	3,00	0,71	2,57	0,63	2,25	0,56	2,01
74	22,60	106	39,81	16	1,33	4,13	1,07	3,32	0,89	2,76	0,76	2,39	0,67	2,07	0,60	1, 84
76	23,44	104	38,40	14	1,41	3,80	1,14	3,06	0,95	2,55	0,81	2,18	0,72	1,91	0,64	1,69
78	24,30	102	37,04	12	1,51	3,51	1,22	2,83	1,01	2,35	0,86	2,01	0,77	1,76	0,68	1,57
80	25,17	100	35,75	10	1,61	3,25	1,29	2,61	1,08	2,16	0,92	1,86	0,82	1,63	0,72	1,45
82	26,08	98	34,51	8	1,72	3,01	1,38	2,42	1,15	2,02	0,98	1,72	0,87	1,51	0,77	1,35
84	27,01	96	33,32	6	1,83	2,77	1,47	2,24	1,24	1,87	1,05	1,60	0,93	1,40	0,82	1,24
86	27,98	94	32,17	4	1,97	2,59	1,58	2,08	1,31	1,74	1,13	1,48	0,99	1,30	0,88	1,15
88	28,98	92	31,06	2	2,10	2,41	1,69	1,94	1,41	1,62	1,21	1,38	1,06	1,22	0,94	1,07
90	30,00	90	30,00	0	2,25	2,25	1,81	1,81	1,51	1,51	1,29	1,29	1,14	1,14	1,00	1,00

Окончание табл. 1.14

Угол примыкания, град., и тангенс сопряжения, м				Вспомогательный угол γ, град	Смещение точек t_1 и t_2 при радиусе кривой, м											
					1000		1200		1400		1600		1800		2000	
α_1	T_1	α_2	T_2		H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2
60	17,32	120	51,96	30	0,34	3,11	0,29	2,62	0,25	2,24	0,22	1,96	0,19	1,75	0,17	1,57
62	18,27	118	49,93	28	0,37	2,82	0,31	2,37	0,27	2,02	0,21	1,79	0,21	1,58	0,19	1,43
64	18,74	116	48,10	26	0,39	2,56	0,33	2,15	0,29	1,87	0,23	1,62	0,23	1,43	0,21	1,31
66	19,48	114	46,19	24	0,41	2,33	0,35	1,96	0,30	1,66	0,25	1,47	0,24	1,29	0,22	1,18
68	20,23	112	44,48	22	0,44	2,12	0,37	1,79	0,32	1,52	0,27	1,34	0,25	1,19	0,23	1,07
70	21,00	110	42,84	20	0,47	1,95	0,39	1,63	0,34	1,39	0,30	1,23	0,26	1,09	0,24	0,99
72	21,80	108	41,29	18	0,50	1,78	0,42	1,50	0,36	1,28	0,32	1,12	0,28	1,00	0,26	0,91
74	22,60	106	39,81	16	0,53	1,64	0,45	1,39	0,38	1,18	0,33	1,02	0,30	0,92	0,27	0,83
76	23,44	104	38,40	14	0,56	1,51	0,48	1,28	0,40	1,09	0,35	0,96	0,32	0,85	0,29	0,77
78	24,30	102	37,04	12	0,60	1,39	0,51	1,18	0,43	1,00	0,37	0,88	0,34	0,79	0,31	0,72
80	25,17	100	35,75	10	0,64	1,29	0,54	1,08	0,46	0,93	0,40	0,81	0,36	0,73	0,33	0,66
82	26,08	98	34,51	8	0,68	1,20	0,58	1,00	0,49	0,86	0,43	0,76	0,38	0,67	0,35	0,61
84	27,01	96	33,32	6	0,73	1,11	0,62	0,94	0,52	0,80	0,46	0,70	0,41	0,62	0,37	0,57
86	27,98	94	32,17	4	0,78	1,03	0,66	0,87	0,56	0,74	0,49	0,66	0,44	0,58	0,40	0,53
88	28,98	92	31,06	2	0,84	0,96	0,70	0,81	0,60	0,70	0,53	0,62	0,47	0,54	0,42	0,49
90	30,00	90	30,00	0	0,90	0,90	0,75	0,75	0,65	0,65	0,57	0,57	0,51	0,51	0,45	0,45

Таблица 1.15

Смещение точек t_1 и t_2 при сопряжении примыкания к внутренней стороне горизонтальной кривой главной дороги R_c = 15 м, $l_п$=20 м

Угол примыкания, град., и тангенсы, м				Вспомогательный угол γ, град	Смещение точек t_1 и t_2 при радиусе кривой, м											
					100		150		200		250		300		350	
α_1	T_1	α_2	T_2		H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2
60	19,19	120	37,73	30	4,27	17,26	2,84	11,20	2,12	8,32	1,70	6,60	1,40	5,50	1,21	4,72
62	19,52	118	36,04	28	4,37	15,93	2,90	11,36	2,16	7,69	1,72	6,13	1,44	5,10	1,24	4,36
64	19,91	116	35,61	26	4,46	14,73	2,96	9,58	2,21	7,12	1,76	5,68	1,47	4,72	1,26	4,05
66	20,30	114	34,64	24	4,56	13,65	3,09	8,91	2,26	6,62	1,80	5,23	1,51	4,40	1,29	3,76
68	20,70	112	33,71	22	4,69	12,75	3,10	8,31	2,32	6,19	1,85	4,92	1,54	4,10	1,33	3,52
70	21,12	110	32,83	20	4,82	11,90	3,19	7,77	2,38	5,78	1,90	4,62	1,58	3,83	1,36	3,29
72	21,59	108	32,00	18	4,96	11,14	3,28	7,28	2,45	5,43	1,95	4,33	1,63	3,60	1,40	3,09
74	21,98	106	31,21	16	5,10	10,46	3,38	6,85	2,53	5,12	2,01	4,07	1,68	3,38	1,44	2,90
76	22,43	104	30,46	14	5,27	9,87	3,48	6,46	2,60	4,81	2,07	3,84	1,73	3,18	1,48	2,74
78	22,88	102	29,73	12	5,46	9,30	3,60	6,10	2,68	4,55	2,14	3,63	1,79	3,01	1,53	2,59
80	23,35	100	29,03	10	5,65	8,80	3,72	5,79	2,78	4,29	2,22	3,46	1,85	2,85	1,58	2,45
82	23,85	98	28,37	8	5,85	8,35	3,86	5,48	2,88	4,07	2,30	3,29	1,92	2,70	1,64	2,33
84	24,35	96	27,74	6	6,08	7,94	4,01	5,22	2,99	3,88	2,39	3,12	1,99	2,58	1,71	2,22
86	24,87	94	27,12	4	6,32	7,56	4,17	4,97	3,12	3,71	2,49	2,94	2,07	2,46	1,77	2,11
88	25,39	92	26,53	2	6,60	7,22	4,34	4,74	3,25	3,54	2,59	2,82	2,16	2,35	1,84	2,02
90	25,95	90	25,95	0	6,89	6,89	4,54	4,54	3,39	3,39	2,70	2,70	2,25	2,25	1,93	1,93

Продолжение табл. 1.15

Угол примыкания, град., и тангенсы, м				Вспомогательный угол γ, град.	Смещение точек t_1 и t_2 при радиусе кривой, м											
					400		500		600		700		800		900	
α_1	T_1	α_2	T_2		H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2
60	19,19	120	37,73	30	1,05	4,11	0,84	3,29	0,70	2,74	0,60	2,34	0,52	2,06	0,48	1,82
62	19,52	118	36,04	28	1,07	3,82	0,86	3,04	0,72	2,54	0,61	2,17	0,54	1,90	0,47	1,69
64	19,91	116	35,61	26	1,10	3,54	0,88	2,81	0,73	2,36	0,63	2,02	0,55	1,77	0,49	1,57
66	20,30	114	34,64	24	1,13	3,28	0,90	2,61	0,74	2,19	0,64	1,87	0,56	1,64	0,50	1,46
68	20,70	112	33,71	22	1,16	3,04	0,92	2,45	0,76	2,04	0,66	1,76	0,58	1,53	0,52	1,37
70	21,12	110	32,83	20	1,19	2,85	0,95	2,30	0,79	1,91	0,68	1,64	0,59	1,44	0,53	1,28
72	21,59	108	32,00	18	1,22	2,66	0,98	2,16	0,81	1,78	0,70	1,53	0,61	1,36	0,54	1,20
74	21,98	106	31,21	16	1,26	2,52	1,01	2,02	0,83	1,67	0,72	1,45	0,62	1,27	0,56	1,12
76	22,43	104	30,46	14	1,30	2,39	1,04	1,91	0,86	1,60	0,74	1,37	0,64	1,19	0,57	1,06
78	22,88	102	29,73	12	1,34	2,26	1,07	1,80	0,89	1,52	0,76	1,29	0,66	1,13	0,59	1,00
80	23,35	100	29,03	10	1,39	2,14	1,11	1,72	0,92	1,44	0,79	1,21	0,69	1,07	0,61	0,95
82	23,85	98	28,37	8	1,44	2,03	1,15	1,63	0,96	1,36	0,82	1,16	0,72	1,01	0,63	0,90
84	24,35	96	27,74	6	1,49	1,93	1,20	1,54	1,00	1,28	0,85	1,11	0,75	0,96	0,66	0,85
86	24,87	94	27,12	4	1,55	1,84	1,24	1,47	1,04	1,22	0,88	1,06	0,77	0,92	0,69	0,82
88	25,39	92	26,53	2	1,61	1,76	1,28	1,41	1,08	1,18	0,92	1,01	0,80	0,88	0,72	0,78
90	25,95	90	25,95	0	1,69	1,69	1,34	1,34	1,12	1,12	0,96	0,96	0,83	0,83	0,74	0,74

Окончание табл. 1.15

Угол примыкания, град., и тангенсы, м				Вспомогательный угол γ, град	Смещение точек t_1 и t_2 при радиусе кривой, м											
					1000		1200		1400		1600		1800		2000	
α_1	T_1	α_2	T_2		$П_1$	$П_2$	$П_1$	$П_2$	$П_1$	$П_2$	$П_1$	$П_2$	$П_1$	$П_2$	$П_1$	$П_2$
60	19,19	120	37,73	30	0,42	1,63	0,36	1,36	0,30	1,18	0,26	1,03	0,23	0,91	0,21	0,80
62	19,52	118	36,04	28	0,43	1,53	0,36	1,28	0,31	1,08	0,27	0,96	0,24	0 84	0,21	0,75
64	19,91	116	35,61	26	0,44	1,42	0,37	1,20	0,32	1,01	0,28	0,89	0,25	0,79	0,21	0,69
66	20,30	114	34,64	24	0,45	1,32	0,38	1,12	0,33	0,94	0,29	0,82	0,25	0,74	0,22	0,64
68	20,70	112	33,71	22	0,46	1,23	0,38	1,04	0,34	0,87	0,29	0,76	0,26	0,69	0,23	0,59
70	21,12	110	32,83	20	0,48	1,15	0,39	0,97	0,34	0,82	0,30	0,71	0,26	0,64	0,23	0,55
72	21,59	108	32,00	18	0,49	1,07	0,40	0,92	0,35	0,77	0,31	0,67	0,27	0,60	0,24	0,52
74	21,98	106	31,21	16	0,50	1,00	0,42	0,87	0,36	0,72	0,32	0,63	0,28	0,56	0,25	0,44
76	22,43	104	30,46	14	0,52	0,95	0,43	0,82	0,38	0,68	0,33	0,60	0,29	0,53	0,26	0,46
78	22,88	102	29,73	12	0,53	0,90	0,45	0,77	0,38	0,64	0,34	0,57	0,30	0,50	0,26	0,44
80	23,35	100	29,03	10	0,55	0,85	0,47	0,73	0,39	0,61	0,35	0,54	0,31	0,47	0,27	0,42
82	23,85	98	28,37	8	0,57	0,81	0,48	0,69	0,40	0,58	0,36	0,51	0 32	0,45	0,28	0,40
84	24,35	96	27,74	6	0,59	0,77	0,50	0,66	0,42	0,55	0,37	0,48	0,33	0,43	0,29	0,38
86	24,87	94	27,12	4	0,62	0,73	0,52	0,63	0,44	0,53	0,39	0,46	0,34	0,41	0,30	0,36
88	25,39	92	26,53	2	0,64	0,70	0,54	0,59	0,46	0,51	0,41	0,44	0,36	0,40	0,31	0,35
90	25,95	90	25,95	0	0,67	0,67	0,55	0,55	0,48	0,48	0,42	0,42	0,38	0,38	0,33	0,33

Смещение точек t_1 и t_2 при сопряжении примыкания к внутренней стороне горизонтальной кривой главной дороги R_c = 20 м и l_n = 20 м

Угол примыкания, град., и тангенсы, м				Вспомогательный угол γ, град.	Смещение точек t_1 и t_2 при радиусе кривой, м											
					100		150		200		250		300		350	
α_1	T_1	α_2	T_2		H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2
60	21,94	120	46,00	30	5,64	26,31	3,73	16,81	2,80	12,46	2,22	9,88	1,85	8,20	1,59	7,04
62	22,42	118	44,58	28	5,78	24,14	3,83	15,43	2,86	11,47	2,28	9,08	1,90	7,52	1,64	6,48
64	22,94	116	43,25	26	5,96	22,22	3,93	14,27	2,94	10,58	2,34	8,40	1,95	6,99	1,68	5,99
66	23,46	114	42,00	24	6,18	20,53	4,04	13,21	3,02	9,81	2,41	7,79	2,00	6,55	1,72	5,55
68	23,98	112	40,88	22	6,32	19,14	4,14	12,25	3,12	9,15	2,49	7,26	2,07	6,07	1,78	5,17
70	24,50	110	39,66	20	6,52	17,66	4,30	11,43	3,22	8,48	2,55	6,75	2,16	5,62	1,83	4,81
72	25,05	108	38,58	18	6,74	16,49	4,43	10,66	3,32	7,92	2,64	6,30	2,20	5,25	1,37	4,49
74	25,61	106	37,56	16	6,97	15,40	4,58	9,98	3,43	7,44	2,73	5,92	2,28	4,92	1,94	4,22
76	26,18	104	36,58	14	7,22	14,45	4,76	9,38	3,56	7,00	2,83	5,55	2,36	4,62	2,02	3,96
78	26,78	102	35,64	12	7,55	13,57	4,95	8,81	3,69	6,58	2,94	5,23	2,45	4,35	2,10	3,72
80	27,38	100	34,74	10	7,80	12,77	5,13	8,30	3,82	6,20	3,05	4,93	2,53	4,10	2,18	3,52
82	28,01	98	33,87	8	8,13	12,06	5,39	7,85	3,99	5,86	3,18	4,65	2,64	3,88	2,27	3,33
84	28,66	96	33,04	6	8,50	11,39	5,51	7,42	4,16	5,55	3,32	4,40	2,75	3,68	2,36	3,16
86	29,34	94	32,25	4	8,90	10,80	5,84	7,05	4,35	5,28	3,47	4,19	2,88	3,48	2,47	2,98
88	30,04	92	31,50	2	9,30	10,27	6,10	6,70	4,55	5,00	3,62	3,99	3,00	3,31	2,59	2,85
90	30,75	90	30,75	0	9,77	9,77	6,40	6,40	4,78	4,78	3,80	3,80	3,16	3,16	2,72	2,72

Продолжение табл. 1.16

Угол примыкания, град., и тангенсы, м				Вспомогательный угол γ, град	Смещение точек t_1 и t_2 при радиусе кривой, м											
					400		500		600		700		800		900	
α_1	T_1	α_2	T_2		H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2
60	21,94	120	46,00	30	1,39	6,13	1,11	4,91	0,93	4,10	0,80	3,50	0,70	3,08	0,62	2,74
62	22,42	118	44,58	28	1,42	5,65	1,14	4,52	0,95	3,78	0,82	3,12	0,72	2,84	0,63	2,51
64	22,94	116	43,25	26	1,46	5,21	1,16	4,18	0,98	3,48	0,84	2,99	0,73	2,62	0,66	2,33
66	23,46	114	42,00	24	1,48	4,85	1,20	3,87	1,01	3,24	0,86	2,75	0,74	2,45	0,68	2,16
68	23,96	112	40,88	22	1,53	4,62	1,23	3,62	1,04	3,01	0,88	2,54	0,77	2,27	0,69	2,01
70	24,50	110	39,66	20	1,59	4,19	1,28	3,37	1,07	2,73	0,91	2,40	0,80	2,11	0,71	1,87
72	25,05	108	38,58	18	1,65	3,91	1,32	3,15	1,10	2,62	0,95	2,22	0,82	1,99	0,73	1,75
74	25,61	106	37,56	16	1,71	3,67	1,36	2,95	1,14	2,48	0,98	2,09	0,85	1,86	0,76	1,66
76	26,18	104	36,58	14	1,77	3,45	1,41	2,78	1,19	2,32	1,02	1,97	0,88	1,75	0,79	1,56
78	26,78	102	35,64	12	1,84	3,24	1,47	2,61	1,23	2,20	1,06	1,86	0,91	1,63	0,82	1,46
80	27,38	100	34,74	10	1,91	3,06	1,52	2,45	1,28	2,05	1,09	1,76	0,95	1,54	0,85	1,38
82	28,01	98	33,87	8	1,99	2,91	1,58	2,32	1,33	1,94	1,15	1,67	1,00	1,45	0,89	1,30
84	28,66	96	33,04	6	2,07	2,76	1,65	2,21	1,38	1,85	1,20	1,58	1,04	1,38	0,93	1,24
86	29,34	94	32,25	4	2,16	2,63	1,71	2,09	1,45	1,75	1,24	1,49	1,09	1,32	0,97	1,17
88	30,04	92	31,50	2	2,26	2,48	1,80	2,02	1,52	1,66	1,31	1,42	1,14	1,25	1,02	1,11
90	30,75	90	30,75	0	2,37	2,37	1,90	1,90	1,58	1,58	1,38	1,38	1,19	1,19	1,06	1,06

Угол примыкания, град., и тангенсы, м				Вспомогательный угол γ, град.	Смещение точек t_1 и t_2 при радиусе кривой, м											
					1000		1200		1400		1600		1800		2000	
α_1	T_1	α_2	T_2		H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2
60	21,94	120	46,00	30	0,55	2,43	0,46	2,05	0,40	1,76	0,36	1,56	0,31	1,38	0,27	1,21
62	22,42	118	44,58	28	0,56	2,26	0,47	1,90	0,41	1,63	0,37	1,44	0,32	1,27	0,28	1,12
64	22,94	116	43,25	26	0,58	2,10	0,49	1,76	0,43	1,50	0,38	1,34	0,34	1,18	0,29	1,02
66	23,46	114	42,00	24	0,60	1,95	0,50	1,63	0,44	1,41	0,38	1,24	0,35	1,08	0,30	0,96
68	23,96	112	40,88	22	0,62	1,81	0,52	1,52	0,45	1,31	0,39	1,15	0,36	1,01	0,30	0,89
70	24,50	110	39,66	20	0,64	1,67	0,54	1,41	0,46	1,20	0,40	1,06	0,37	0,95	0,31	0,83
72	25,05	108	38,58	18	0,66	1,57	0,56	1,31	0,47	1,13	0,42	1,00	0,38	0,89	0,32	0,77
74	25,61	106	37,56	16	0,70	1,47	0,51	1,23	0,49	1,06	0,44	0,94	0,40	0,83	0,33	0,73
76	26,18	104	36,58	14	0,72	1,40	0,59	1,15	0,51	0,98	0,45	0,88	0,40	0,78	0,35	0,69
78	26,78	102	35,64	12	0,75	1,30	0,61	1,09	0,53	0,93	0,47	0,83	0,42	0,74	0,36	0,64
80	27,38	100	34,74	10	0,77	1,22	0,64	1,03	0,55	0,88	0,48	0,78	0,43	0,69	0,38	0,61
82	28,01	98	33,87	8	0,80	1,15	0,67	0,98	0,57	0,84	0,50	0,73	0,44	0,65	0,39	0,59
84	28,66	96	33,04	6	0,83	1,09	0,70	0,94	0,60	0,79	0,52	0,69	0,46	0,61	0,40	0,55
86	29,34	94	32,25	4	0,87	1,04	0,73	0,87	0,62	0,76	0,54	0,66	0,49	0,58	0,42	0,52
88	30,04	92	31,50	2	0,91	1,00	0,76	0,85	0,65	0,72	0,51	0,63	0,51	0,56	0,44	0,49
90	30,75	90	30,75	0	0,94	0,94	0,80	0,80	0,68	0,68	0,60	0,60	0,53	0,53	0,47	0,47

Таблица 1.17

Смещение точек t_1 и t_2 при сопряжении примыкания к внутренней стороне горизонтальной кривой главной дороги R_c = 25 м и $l_П$ = 20 м

Угол примыкания, град., и тангенсы, м				Вспомогательный угол	Смещение точек t_1 и t_2 при радиусе кривой, м											
					100		150		200		250		300		350	
α_1	T_1	α_2	T_2	γ, град.	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2
60	24,76	120	54,41	30	7,20	38,0	4,77	23,82	3,56	17,5	2,84	13,85	2,36	11,52	2,02	9,85
62	25,37	118	52,67	28	7,46	34,7	5,0	20,56	3,67	16,11	2,91	12,73	2,43	10,56	2,04	9,02
64	26,00	116	51,03	26	7,70	31,73	5,06	20,0	3,78	14,82	3,01	11,73	2,52	9,73	2,15	8,34
66	26,60	114	49,47	24	7,92	29,21	5,22	18,54	3,90	13,58	3,09	10,84	2,58	9,0	2,21	7,71
68	27,26	112	48,00	22	8,21	27,0	5,39	17,14	4,03	12,69	3,20	10,06	2,67	8,35	2,29	7,16
70	27,92	110	46,60	20	8,50	24,8	5,60	15,92	4,18	11,77	3,31	9,47	2,76	7,77	2,38	6,65
72	28,60	108	45,26	18	8,83	23,1	5,80	14,80	4,33	10,98	3,44	8,70	2,87	6,85	2,46	6,20
74	29,30	106	44,00	16	9,18	21,5	6,03	13,81	4,50	10,24	3,58	8,12	2,98	6,73	2,58	5,79
76	30,00	104	42,78	14	9,56	20,10	6,31	12,91	4,67	9,58	3,72	7,61	3,10	6,32	2,65	5,43
78	30,74	102	41,60	12	9,97	18,50	6,52	12,02	4,86	9,0	3,87	7,12	3,23	5,83	2,75	5,08
80	31,51	100	40,50	10	10,42	17,62	6,82	11,31	5,08	8,44	4,04	6,70	3,36	5,55	2,89	4,78
82	32,27	98	39,46	8	10,89	16,61	7,11	10,72	5,34	8,03	4,21	6,32	3,57	5,27	3,02	4,51
84	33,07	96	38,44	6	11,40	15,64	7,44	10,11	5,56	7,54	4,41	5,98	3,68	4,98	3,13	4,26
86	33,90	94	37,47	4	11,98	14,76	7,57	9,55	5,82	7,12	4,63	5,65	3,84	4,71	3,30	4,03
88	34,74	92	36,53	2	12,58	13,97	8,19	9,07	6,10	6,76	4,85	5,36	4,04	4,46	3,46	3,84
90	35,62	90	35,62	0	13,25	13,25	8,62	8,62	6,42	6,42	5,10	5,10	4,24	4,24	3,64	3,64

Продолжение табл. 1.17

Угол примыкания, град., и тангенсы, м				Вспомогательный угол	Смещение точек t_1 и t_2 при радиусе кривой, м											
					400		500		600		700		800		900	
α_1	γ, град.	α_2	T_2	γ, град	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2
60	24,76	120	54,41	30	1,74	8,47	1,37	6,88	1,15	5,75	1,01	4,88	0,88	4,22	0,78	3,80
62	25,37	118	52,67	28	1,81	7,89	1,46	6,31	1,21	5,28	1,04	4,50	0,90	3,92	0,81	3,49
64	26,00	116	51,03	26	1,88	7,28	1,51	5,83	1,26	4,86	1,06	4,15	0,94	3,62	0,84	3,22
66	26,60	114	49,47	24	1,94	6,71	1,56	5,38	1,29	4,49	1,09	3,82	0,97	3,34	0,87	2,98
68	27,26	112	48,00	22	2,00	6,22	1,60	5,00	1,33	4,16	1,13	3,55	1,00	3,11	0,90	2,75
70	27,92	110	48,60	20	2,07	5,80	1,65	4,65	1,38	3,87	1,17	3,30	1,02	2,89	0,92	2,57
72	28,60	108	45,26	18	2,14	5,39	1,72	4,32	1,44	3,61	1,22	3,06	1,06	2,69	0,94	2,41
74	29,30	106	44,00	16	2,24	5,04	1,79	4,04	1,50	3,39	1,27	2,88	1,11	2,52	0,98	2,24
76	30,00	104	42,78	14	2,32	4,72	1,86	3,77	1,55	3,16	1,32	2,70	1,15	2,35	1,02	2,10
78	30,74	102	41,60	12	2,41	4,43	1,94	3,55	1,61	2,96	1,37	2,52	1,20	2,22	1,07	1,97
80	31,51	100	40,50	10	2,52	4,17	2,02	3,35	1,68	2,80	1,43	2,37	1,26	2,08	1,11	1,86
82	32,27	98	39,46	8	2,62	3,91	2,11	3,15	1,76	2,64	1,49	2,24	1,31	1,96	1,16	1,75
84	33,07	96	38,44	6	2,72	3,72	2,20	2,98	1,84	2,50	1,54	2,13	1,37	1,86	1,21	1,65
86	33,90	94	37,47	4	2,86	3,52	2,32	2,81	1,93	2,37	1,63	2,06	1,43	1,76	1,27	1,56
88	34,74	92	36,53	2	3,00	3,33	2,42	2,69	2,03	2,24	1,72	1,91	1,5	1,67	1,33	1,48
90	35	90	35,62	0	3,16	3,16	2,54	2,54	2,12	2,12	1,82	1,82	1,6*	1,6	1,4	1,4

Окончание табл. 1.17

Угол примыкания, град., и тангенсы, м				Вспомогательный угол	Смещение точек t_1 и t_2 при радиусе кривой, м											
					1000		1200		1400		1600		1800		2000	
α_1	T_1	α_2	T_2	γ, град	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2	H_1	H_2
60	24,76	120	54,41	30	0,70	3,42	0,59	2,85	0,51	2,45	0,44	2,15	0,40	1,89	0,35	1,66
62	25,37	118	52,67	28	0,72	3,14	0,61	2,62	0,52	2,24	0,45	2,00	0,41	1,75	0,36	1,53
64	26,00	116	51,03	26	0,75	2,89	0,62	2,41	0,53	2,09	0,46	1,85	0,42	1,01	0,37	1,40
66	26,60	114	49,47	24	0,77	2,68	0,64	2,23	0,55	1,92	0,48	1,70	0,43	1,50	0,38	1,30
68	27,26	112	48,00	22	0,80	2,48	0,66	2,08	0,57	1,80	0,50	1,57	0,44	1,39	0,39	1,22
70	27,92	110	48,60	20	0,82	2,30	0,69	1,93	0,58	1,68	0,52	1,45	0,45	1,30	0,41	1,14
72	28,60	108	45,26	18	0,85	2,16	0,71	1,80	0,60	1,52	0,54	1,36	0,47	1,20	0,42	1,07
74	29,30	106	44,00	16	0,88	2,01	0,74	1,68	0,63	1,44	0,56	1,26	0,49	1,11	0,43	0,99
76	30,00	104	42,78	14	0,92	1,89	0,77	1,57	0,65	1,35	0,58	1,18	0,51	1,05	0,45	0,92
78	30,74	102	41,60	12	0,96	1,77	0,79	1,47	0,69	1,26	0,60	1,12	0,53	0,99	0,47	0,86
80	31,51	100	40,50	10	1,00	1,65	0,83	1,38	0,72	1,18	0,63	1,05	0,55	0,93	0,50	0,81
82	32,27	98	39,46	8	1,05	1,55	0,88	1,31	0,75	1,12	0,65	0,98	0,57	0,88	0,52	0,77
84	33,07	96	38,44	6	1,09	1,48	0,92	1,23	0,78	1,06	0,68	0,93	0,60	0,83	0,54	0,73
86	33,90	94	37,47	4	1,14	1,42	0,96	1,17	0,82	1,00	0,72	0,88	0,63	0,78	0,57	0,69
88	34,74	92	36,53	2	1,19	1,34	1,01	1,11	0,86	0,96	0,76	0,83	0,66	0,74	0,60	0,65
90	35	90	35,62	0	1,26	1,26	1,06	1,06	0,91	0,91	0,80	0,80	0,70	0,70	0,62	0,62

Приложение 2

Примеры расчета виражей и уширений проезжей части (Вари 6)

А. Переход от двухскатного поперечного профиля к односкатному с уклоном виража

Исходные данные: R=250м, $l_п$ =80м, Δ=0,70м, B=10м, b=6,0м, $h_{до}$=0,55м, $a_о$=2,0м, $i_о$=$i_в$=40 ‰, $i_{пр}$=20 ‰, m=1,5.

1. Определение дополнительного уклона

$$i_д=0,5 \cdot b\ (i_{пр}+i_в):l_п=0,5\ 6 \cdot (20+40):80=2,25\ ‰,$$

принимают $i_д$=3 ‰.

2. Определение участка «Х»

$$X=b \cdot i_{пр}:i_д=6 \cdot 20:3=40м.$$

3. Определение поперечного уклона на участке «Х» по формуле:

$$i_i=2 \cdot L_i\ i_{пр}:X-i_{пр}$$

L=00м i=–0,20 ‰

L=10м i=2·10 20:40–20=–10 ‰;

L=20м i=2·20·20:40–20=0,0 ‰;

L=30м i=2·30·20:40–20=10 ‰;

L=40м i=2·40·20:40–20=20 ‰.

4. Определение поперечного уклона на оставшемся участке по формуле

$$i=(L_i-X) \cdot (i_в-i_{пр}):(l_п-X)+i_{пр}$$

L=60м i=(60–40) (40–20):(80–40)+20=30 ‰,

L=80м i=(80–40)·(40–20):(80–40)+20=40 ‰.

5. Определение уширения проезжей части за счет ширины внутренней обочины по формуле: $Δ_i$=L_i·Δ:$l_п$, ширина обочины – a_i=$a_о$–$Δ_i$.

Расстояние, м	Уширение, м	Ширина обочины, м	Расстояние, м	Уширение, м	Ширина обочины, м
00	00	2,0	40	40·0,70:80=0,35	2–0,35=1,65
10	10 0,70:80=0,09	2–0,09=1,91	60	60·0,70:80=0,52	2–0,52=1,48
20	20·0,70:80=0,18	2–0,18=1,82	80	80·0,70:80=0,70	2–0,70=1,30
30	30·0,70.80=0,26	2–0,26=1,74			

6. Определение ширины l_i и уклона i_i земляного полотна от оси до бровки:

Расстояние, м	Внутренняя часть	Внешняя часть
–10	l=5+0,55·1,5=5,82м; i=0,14:5,82·1000=24 ‰	l=5+0,55·1,5=5,82м; i=0,14:5,82·1000=24 ‰
00	l=5+0,55·1,5=5,82м; i=0,14:5,82·1000=24 ‰	l=5,82м; i=0,10:5,82·1000=17,2 ‰
10	l=5+0,55·1,5=5,82м; i=0,138:5,82·1000=23,7 ‰	l=5,82м; i=0,05:5,82·1000=8,6 ‰
20	l=5+0,55·1,5=5,82м; i=0,137:5,82·1000=23,5 ‰	l=5,82м; i=0,0:5,82·1000=0,0 ‰
30	l=5+0,55·1,5=5,82м; i=0,135:5,82·1000=23,2 ‰	l=5,82м; i=0,05:5,82·1000=8,6 ‰
40	l=5+0,55·1,5=5,82м; i=0,133:5,82·1000=22,8 ‰	l=5,82м; i=0,10:5,82·1000=17,2 ‰
60	l=5+(0,55–0,14+0,165)·1,5=5,86м; i=0,165:5,86·1000=28,2 ‰	l=5,82м; i=0,15:5,82·1000=25,89 ‰
80	l=5+(0,55–0,14+0,20)·1,5=5,91м; i=0,20:5,91·1000=33,8 ‰	l=5,82м; i=0,20:5,82·1000=34,4 ‰

7. Основные параметры по расчету виража:

Расстояние, м	Внутренняя часть							Ось дороги, т. М, м
	Уширение, м	Земляное полотно		Обочина		Проезжая часть		
		ширина, м/уклон, ‰	превышение т. F, м	ширина, м/уклон, ‰	превышение т. Е, м	ширина, м/уклон, ‰	превышение т. Д, м	
Прямой участок	0,0	5,82/24,0	–0,69	2,0/40	–0,14	3,0/20	–0,06	–0,55
00	00	5,82/24,0	–0,69	2,0/40	–0,14	3,0/20	–0,06	–0,55
10	0,09	5,82/23 7	–0,688	1,91/40	–0,138	3,09/20	–0,062	–0,55
20	0,18	5,82/23,5	–0,687	1,82/40	–0,137	3,18/20	–0,064	–0,55
30	0,26	5,82/23,2	–0,685	1,74/40	–0,135	3,26/20	–0,065	–0,55
40	0,35	5,82/22 8	–0,683	1,65/40	–0,133	3,35/20	–0,067	–0,55
60	0,52	5,86/28,2	–0,715	1,48/40	–0,165	3,52/30	–0,106	–0,65
80	0,70	5,91/33,8	–0,750	1,30/40	–0,20	3,70/40	–0,148	–0,55

Расстояние, м	Внешняя часть						Ось дороги т. М, м
	Земляное полотно		Обочина		Проезжая часть		
	ширина, м/уклон, ‰	превышение т. N, м	ширина, м/уклон, ‰	превышение т. С, м	ширина, м/уклон, ‰	превышение т. В, м	
Прямой участок	5,82/24,0	–0,69	2,0/40	–0,14	3,0/20	–0,06	–0,55
00	5,82/17 2	–0,65	2,0/20	–0,10	3,0/20	–0,06	–0,55
10	5,82/8,6	–0,60	2,0/10	–0,05	3,0/10	–0,03	–0,55
20	5.82/0,0	–0.55	2,0/00	0,0	3,0/00	–0 0	–0,55
30	5,82/8,6	–0,50	2,0/10	0,05	3,0/10	0,03	–0,55
40	5.82/17,2	–0,45	2.0/20	0,10	3,0/20	0,06	–0.55
60	5.82/25,8	–0,40	2,0/30	0,15	3,0/30	–0,09	–0.55
80	5,82/34 4	–0,35	2,0/40	0,20	3,0/40	0,12	–0.55

Б. Переход от профиля с поперечным уклоном равным нулю к уклону виража

Исходные данные:

1. R_1=250м, $l_п$=80м, $l_{пс}$=40м, B=10м, a=2,0м, b=6м, Δ=0,70м, $i_о$=$i_в$=40‰, $i_{пр}$=20‰, $h_{до}$=0,55м, $h_о$=0,14м.

2. R_2=200м, $l_п$=70м, B=10м, b=6м, a=2,0м, Δ=0,80м, $i_о$=$i_в$=40‰, $i_{пр}$=20‰, $h_{до}$=0,55м, $h_о$=0,14м.

Решение:

R_1=250м	R_2=200м
1. Определение дополнительного уклона по формуле: $i_д=(0,5 \cdot b \cdot i_в):(l_п+0,5\, l_{пс})$	
$i_д$=(0,5·6·40):(80+0,5·40)=1,2 ‰ принимают $i_д$=3 ‰	$i_д$=(0,5·6·40):(70+0,5·40)=1,33 ‰ принимают $i_д$=3 ‰
2. Определение участка «X» по формуле: $X=0,5 \cdot b \cdot i_{пр} : i_д$	
X=0,5 6,0·20 3=20м	X=0,5·6,0·20:3=20м
3. Определение поперечного уклона на участке «X» по формуле: $i_i=L_i \cdot i_{пр}:X$	
L=10м, i=10·20 20=10 ‰ L=20м, i=20·20:20=20 ‰	L=10м, i=10·20:20=10 ‰ L=20м, i=20·20:20=20 ‰
4. Определение поперечных уклонов на оставшихся участках по формуле: $i_i=\frac{(L_i - X)\cdot(i_в - i_{пр})}{l_п + 0,5\cdot l_{пр} - X} + i_{пр}$:	
L=40м, $i=\frac{(40-20)\cdot(40-20)}{80+0,5\cdot 40-20}+20$=25 ‰;	L=40м, $i=\frac{(40-20)\cdot(40-20)}{70+20-20}+20$ = 25,7 ‰;
L=60м, $i=\frac{(60-20)\cdot(40-20)}{80+0,5\cdot 40-20}+20$=30 ‰; L=80м, $i=\frac{(80-20)\cdot(40-20)}{80+0,5\cdot 40-20}+20$=35 ‰; L=100м, $i=\frac{(100-20)\cdot(40-20)}{80+0,5\cdot 40-20}+20$=40 ‰.	L=60м, $i=\frac{(60-20)\cdot 20}{70}+20$=31,4 ‰; L=75м, $i=\frac{(75-20)\cdot 20}{70}+20$=36 ‰; L=90м, $i=\frac{(90-20)\cdot 20}{70}+20$=40 ‰.

5. Определение уширения проезжей части ширины обочины на внутренней стороне проезжей части по формулам

$$\Delta_i = \frac{L_i - 0{,}5 \cdot l_{пр}}{l_п} \cdot \Delta \; ; \quad a_i = a_o - \Delta_i.$$

Расстояние, м	R_1=250м		Расстояние, м	R_2=200м	
	Уширение, м	Ширина обочины, м		Уширение, м	Ширина обочины, м
10	00	2.0	10	00	2,0
20	00	2,0	20	00	2,0
40	(40–0,5 40):80·0,7=0,18	2–0,18=1,82	40	(40–0,5·40):70·0,8=0,22	2–0,22=1,78
60	(60–0,5 40):80·0,7=0,35	2–0,35=1,65	60	(60–0,5 40):70·0,8=0,46	2–0,46=1,54
80	(80–0,5 40)·80·0,7=0,52	2–0,52=1,48	75	(75–0,5·40):70·0,8=0,63	2–0,63=1,37
100	(100–0,5 40) 80 0,7=0,70	2–0,70=1,30	90	(90–0,5·40):70 0,8=0,80	2–0,80=1,20

6 Определение ширины земляного полотна и поперечных уклонов

R_1=250м		
Расстояние, м	Внутренняя часть	Внешняя часть
100	l=5+(0,55–0,14+0,20)·1,5=5,91м; $i=\frac{0,20}{5,91}\cdot 1000=33,8$ ‰	l=5+0,55·1,5=5,82 м; $i=\frac{0,20}{5,82}\cdot 1000=34,4$ ‰
80	l=5+(0,55–0,14+0,18)·1,5=5,88м; $i=\frac{0,18}{5,88}\cdot 1000=30,6$ ‰	l=5+0,55·1,5=5,82 м; $i=\frac{0,175}{5,82}\cdot 1000=30$ ‰
60	l= 5+(0,55–0,14+0,17)·1,5=5,87м; $i=\frac{0.17}{5,87}\cdot 1000=29,0$ ‰	l=5+0,55·1,5=5,82м; $i=\frac{0,15}{5,82}\cdot 1000=25,8$ ‰
40	l=5+(0,55–0,14+0,15)·1,5=5,84м; $i=\frac{0,15}{5,84}\cdot 1000=25,7$ ‰	l=5+0,55·1,5=5,82 м; $i=\frac{0,125}{5,82}\cdot 1000=21,5$ ‰
20	l=5+0,55 1,5=5,82; $i=\frac{0.14}{5,82}\cdot 1000=24$ ‰	l=5+0,55·1,5=5,82 м; $i=\frac{0,10}{5,82}\cdot 1000=17,2$ ‰
10	l=5+0,55·1,5=5,82; $i=\frac{0,07}{5,82}\cdot 1000=12$‰	l=5+0,55·1,5=5,82 м; $i=\frac{0.05}{5,82}\cdot 1000=8,6$ ‰
00	l=5+0,55·1,5=5,82; $i=\frac{0,0}{5,82}\cdot 1000=0,0$ ‰	l=5+0,55·1,5=5,82 м; $i=\frac{0,0}{5,82}\cdot 1000=0,0$ ‰

R_2=200м		
Расстояние, м	Внутренняя часть	Внешняя часть
00	l=5+0,55·1,5=5,82м; i=0,0 ‰	l=5+0,55·1,5=5,82 м; i=0,0 ‰
10	l=5+0,55·1,5=5,82м; $i=\frac{0,07}{5,82}\cdot 1000=12$ ‰	l=5+0,55·1,5=5,82 м; $i=\frac{0,05}{5,82}\cdot 1000=8,6$ ‰
20	l=5+0,55·1,5=5,82м; $i=\frac{0,14}{5,82}\cdot 1000=24$ ‰	l=5+0,55·1,5=5,82 м; $i=\frac{0,10}{5,82}\cdot 1000=17,2$ ‰
40	l=5+(0,55–0,14+0,15)·1,5=5,84м; $i=\frac{0,15}{5,84}\cdot 1000=25,7$ ‰	l=5+0,55 1,5=5,82 м; $i=\frac{0,128}{5,82}\cdot 1000=22$ ‰
60	l=5+(0,55–0,14+0,17)·1,5=5,86м; $i=\frac{0,17}{5,86}\cdot 1000=29$ ‰	l=5+0,55·1,5=5,82 м; $i=\frac{0,156}{5,82}\cdot 1000=26,7$ ‰
75	l=5+(0,55–0,14+0,185)·1,5=5,89м; $i=\frac{0,185}{5,89}\cdot 1000=31,4$ ‰	l=5+0,55·1,5=5,82 м; $i=\frac{0,18}{5,82}\cdot 1000=30,9$ ‰
90	l=5+(0,55–0,14+0,20)·1,5=5,9м; $i=\frac{0,20}{5,9}\cdot 1000=33,8$ ‰.	l=5+0,55·1,5=5,82 м; $i=\frac{0,20}{5,82}\cdot 1000=34,4$ ‰.

Основные параметры по расчету виража

Расстояние, м	Внутренняя часть							Ось проезжей части т. М, м	Внешняя часть					
	Уширение проезжей части, м	Земляное полотно		Обочина		Проезжая часть			Земляное полотно		Обочина		Проезжая часть	
		ширина, м/уклон, ‰	превышение т. F, м	ширина, м/уклон, ‰	превышение т. E, м	ширина, м/уклон, ‰	превышение т. Д, м		ширина, м/уклон, ‰	превышение т. N, м	ширина, м/уклон, ‰	превышение т. С, м	ширина, м/уклон, ‰	превышение т. В, м
R_1=250 м														
100	0,70	5,91/33,8	–0,75	1,30/40	–0,20	3,7/40	–0,148	–0,55	5,82/34,4	–0,35	2,0/40	0,20	3,0/40	0,12
80	0,52	5,88/30,6	–0,73	1,48/40	–0,18	3,52/35	–0,12	–0,55	5,82/30	–0,375	2,0/35	0,175	3,0/35	0,105
60	0,35	5,87/29,0	–0,72	1,65/40	–0,17	3,35/30	–0,105	–0,55	5,82/25,8	–0,40	2,0/30	0,15	3,0/30	0,09
40	0,18	5,84/25,7	–0,70	1,82/40	–0,15	3,18/25	–0,08	–0,55	5,82/21,5	–0,425	2,0/25	0,125	3,0/25	0,075
20	0,0	5,82/24,0	–0,69	2,0/40	–0,14	3,0/20	–0,06	–0,55	5,82/17,2	–0,45	2,0/20	0,10	3,0/20	0,06
00	0,0	5,82/0,0	–0,55	2,0/0,0	0,0	3,0/0,0	0,0	–0,55	5,82/0,0	–0,55	2,0/0,0	0,0	3,0/0,0	0,0
R_2=200 м														
00	0,0	5,82/0,0	–0,55	2,0/0,0	0,0	3,0/0,0	0,0	–0,55	5,82/0,0	–0,55	2,0/0,0	0,0	3,0/0,0	0,0
10	0,0	5,82/12	–0,62	2,0/20	–0,07	3,0/10	–0,03	–0,55	5,82/8,6	–0,50	2,0/10	0,050	3,0/10,0	0,03
20	0,0	5,82/24	–0,69	2,0/40	–0,14	3,0/20	–0,06	–0,55	5,82/17,2	–0,45	2,0/20	0,10	3,0/20	0,06
40	0,22	5,84/25,7	–0,70	1,78/40	–0,15	3,22/25,7	–0,08	–0,55	5,82/22	–0,422	2,0/25,7	0,128	3,0/25,7	0,077
60	0,46	5,86/29	–0,72	1,54/40	–0,17	3,46/31,4	–0,108	–0,55	5,82/26,8	–0,394	2,0/31,4	0,156	3,0/31,4	0,094
75	0,63	5,89/31,4	–0,735	1,37/40	–0,185	3,63/36	–0,130	–0,55	5,82/30,9	–0,37	2,0/36	0,18	3,0/36	0,108
90	0,80	5,91/33,8	–0,75	1,20/40	–0,20	3,8/40	–0,152	–0,55	5,82/34,4	–0,35	2,0/40	0,2	3,0/40	0,12

В. Отгон виража при сопряжении двух кривых, направленных в одну сторону без прямой вставки между ними или с прямой вставной менее 100 м (Черт 9)

Дано: 1. R=250 м, $l_п$=80 м, $l_{пр}$=40 м, Δ=0,70 м, B=10 м, b=6,0 м, $a_о$=2,0 м, $h_{до}$=0,55 м, $h_о$=0,14 м, $i_в$=$i_о$=40 ‰, $i_{пр}$=20 ‰.

2. R=200 м, $l_п$=70 м, Δ=0,80 м, B=10 м, b=6,0 м, $a_о$=2,0 м, $h_{до}$=0,55 м, $h_о$=0,14 м, $i_в$=$i_о$=40 ‰, $i_{пр}$=20 ‰.

1. Определение поперечных уклонов на участке переходной кривой по формуле:

$$i_i = \frac{l_i (i_в - i_{пр})}{l_п} + i_{пр}.$$

Расстояние, м	Величина поперечного уклона, ‰ R_1= R=250 м	Расстояние, м	Величина поперечного уклона, ‰ R_2= R=200 м
80	80·(40 – 20):80 + 20 = 40	00	00·(40 – 20):70 + 20 = 20
60	60·(40 – 20):80 + 20 = 35	20	20·(40 – 20):70 + 20 = 26
40	40·(40 – 20):80 + 20 = 30	40	40·(40 – 20):70 + 20 = 31
20	20·(40 – 20):80 + 20 = 25	60	60·(40 – 20):70 + 20 = 37
00	00·(40 – 20):80 + 20 = 20	70	70·(40 – 20):70 + 20 = 40

2. Определение уширения проезжей части и ширины обочины по формулам

$$\Delta_i = \frac{l_i \cdot \Delta}{l_п}; \qquad a = a_о - \Delta_i.$$

Расстояние, м	R_1= R=250 м		Расстояние, м	R_2= R=200 м	
	Уширение, м	Ширина обочины, м		Уширение, м	Ширина обочины, м
80	80·0,70:80 = 0,70	2,0 – 0,7 = 1,3	00	00	2,0 – 0 = 2,0
60	60·0,70:80 = 0,53	2,0 – 0,53 = 1,47	20	20·0,80:70 = 0,23	2,0 – 0,23 = 1,77
40	40·0,70:80 = 0,35	2,0 – 0,35 = 1,65	40	40·0,80:70 = 0,46	2,0 – 0,46 = 1,54
20	20·0,70:80 = 0,18	2,0 – 0,18 = 1,82	60	60·0,80:70 = 0,69	2,0 – 0,69 = 1,31
00	00	2,0 – 0 = 2,0	70	70·0,80:70 = 0,80	2,0 – 0,8 = 1,20

3. Определение ширины земляного полотна и поперечных уклонов

Расстояния, м	Внутренняя часть	Внешняя часть
	R_1=250 м	
80	l = 5 + (0,55 – 0,14 + 0,20)·1,5 =5,91 м, $i = \frac{0,20}{5,91} \cdot 1000$ =33,8 ‰	l = 5 + 0,55·1,5 = 5,82 м, $i = \frac{0,20}{5,82} \cdot 1000$ =34,4 ‰
60	l = 5 + (0,55 – 0,14 + 0,183)·1,5 =5,89 м, $i = \frac{0,183}{5,89} \cdot 1000$ =31 ‰	l = 5 + 0,55·1,5 = 5,82 м, $i = \frac{0,175}{5,82} \cdot 1000$ =30 ‰
40	l = 5 + (0,55 – 0,14 + 0,166)·1,5 =5,86 м, $i = \frac{0,166}{5,86} \cdot$ Ч1000 =28,3 ‰	l = 5 + 0,55·1,5 = 5,82 м, $i = \frac{0,15}{5,82} \cdot$ Ÿ000 =25,8 ‰
20	l = 5 + (0,55 – 0,14 + 0,153)·1,5 =5,84 м, $i = \frac{0,153}{5,84} \cdot$ Ч1000 =26,4 ‰	l = 5 + 0,55·1,5 = 5,82 м, $i = \frac{0,125}{5,82} \cdot$ Ÿ000 =21,5 ‰
00	l = 5 + 0,55·1,5 = 5,82 м, $i = \frac{0,14}{5,82} \cdot$ Ÿ000 =24,0 ‰	l = 5 + 0,55·1,5 = 5,82 м, $i = \frac{0,10}{5,82} \cdot$ Ÿ000 =17,2 ‰
	R_2=200 м	
00	l = 5 + 0,55·1,5 = 5,82 м, $i = \frac{0,14}{5,82} \cdot$ Ÿ000 =24 ‰	l = 5 + 0,55·1,5 = 5,82 м, $i = \frac{0,10}{5,82} \cdot$ Ÿ000 =17,2 ‰
20	l = 5 + (0,55 – 0,14 + 0,148)·1,5 =5,84 м, $i = \frac{0,148}{5,84} \cdot$ Ÿ000 =25,3 ‰	l = 5 + 0,55·1,5 = 5,82 м, $i = \frac{0,13}{5,82} \cdot$ Ÿ000 =22,3 ‰
40	l = 5 + (0,55 – 0,14 + 0,169)·1,5 =5,87 м, $i = \frac{0,169}{5,87} \cdot$ Ÿ000 =28,8 ‰	l = 5 + 0,55·1,5 = 5,82 м, $i = \frac{0,155}{5,82} \cdot$ Ÿ000 =26,6 ‰
60	l = 5 + (0,55 – 0,14 + 0,188)·1,5 =5,90 м, $i = \frac{0,188}{5,90} \cdot$ Ÿ000 =31,9 ‰	l = 5 + 0,55·1,5 = 5,82 м, $i = \frac{0,185}{5,82} \cdot$ Ÿ000 =31,8 ‰
70	l = 5 + (0,55 – 0,14 + 0,20)·1,5 =5,91 м, $i = \frac{0,20}{5,91} \cdot$ Ÿ000 =33,8 ‰	l = 5 + 0,55 · 1,5 = 5,82 м, $i = \frac{0,20}{5,82} \cdot$ Ÿ000 =34,4 ‰

Основные параметры по расчету виража

Расстояние, м	Внутренняя часть							Ось проезжей части т. М, м	Внешняя часть					
	Уширение проезжей части, м	Земляное полотно		Обочина		Проезжая часть			Земляное полотно		Обочина		Проезжая часть	
		ширина, м/уклон,‰	превышение т. F, м	ширина, м/уклон,‰	превышение т. Е, м	ширина, м/ уклон, ‰	превышение т. Д, м		ширина, м/уклон, ‰	превышение т. N, м	ширина, м/уклон, ‰	превышение т. С, м	ширина, м/уклон,‰	превышение т. В, м
R_1=250 м														
80	0,70	5,91/33,8	–0,75	1,30/40	– 0,20	3,7/40	– 0,148	–0,55	5,82/34,4	–0,35	2,0/40	0,20	3,0/40	0,12
60	0,53	5,89/31,0	–0,733	1,47/40	– 0,183	3,53/35	– 0,124	–0,55	5,82/30	–0,375	2,0/35	0,175	3,0/35	0,105
40	0,35	5,86/28,3	–0,716	1,65/40	– 0,166	3,35/30	– 0,106	–0,55	5,82/25,8	–0,40	2,0/30	0,15	3,0/30	0,09
20	0,18	5,84/26,4	–0,703	1,82/40	– 0,153	3,18/25	– 0,08	–0,55	5,82/21,5	–0,425	2,0/25	0,125	3,0/25	0,075
00	00	5,82/24	–0,69	2,0/40	0,14	3,0/20	– 0,06	–0,55	5,82/17,2	–0,45	2,0/20	0,10	3,0/20	0,06
R_2=200 м														
00	0,0	5,82/24	–0,69	2,0/40	0,14	3,0/20	– 0,06	–0,55	5,82/17,2	–0,45	2,0/20	0,10	30/20	0,06
20	0,23	5,84/25,3	–0,698	1,77/40	– 0,148	3,23/26	– 0,086	–0,55	5,82/22,3	–0,42	2,0/26	0,130	3,0/26	0,078
40	0,46	5,87/28,8	–0,719	1,54/40	– 0,169	3,46/31	– 0,107	–0,55	5,82/26,6	–0,40	2,0/31	0,155	3,0/31	0,093
60	0,69	5,90/31,9	–0,738	1,31/40	– 0,188	3,69/37	– 0,136	–0,55	5,82/31,8	–0,375	2,0/37	0,185	3,0/37	0,111
70	0,80	5,91/33,8	–0,75	1,20/40	–0,20	3,80/40	– 0,152	–0,55	5,82/34,4	–0,35	2,0/40	0,20	3,0/40	0,12

Г. Переход от поперечного профиля с уклоном виража $i_{в1}$ к поперечному профилю с уклоном виража $i_{в2}$.

Дано: 1. R_1 = 1000 м, Δ=0,0 м, B=10 м, b=6,0 м, $l_п$=100 м, $a_о$=2,0 м, 1 m=1 1,5, $h_{до}$=0,55 м, $h_о$=0,14 м, $l_к$=40 м, $i_{в1}$=**30 ‰**, $i_о$ = 40 ‰.

2. R_2=250 м, Δ=0,70 м, B=10 м, b=6,0 м, $l_п$=80 м, $a_о$=2,0 м, 1·m=1:1,5, $i_{в2}$=40 ‰, $i_{пр}$=20‰. (Чертеж)

1. Определение уклона, уширения проезжей части и ширины обочины на круговой вставке l_k=40 м по формулам

$$i = \frac{l_{ki}(i_{в2} - i_{в1})}{l_k} + i_{в1},\ \Delta = \frac{l_{ki}(\Delta_{в2} - \Delta_{в1})}{l_k} + \Delta_{в1}.$$

Расстояние, м	Уклон, ‰	Уширение, м	Ширина внутренней обочины, м
10	$i = \frac{10(40-30)}{40} + 30 = 32{,}5$	$\Delta = \frac{10 \cdot (0{,}7 - 0)}{40} = 0{,}175$	a = 2,0 – 0,175 = 1,825
20	$i = \frac{20(40-30)}{40} + 30 = 35$	$\Delta = \frac{20 \cdot (0{,}7 - 0)}{40} = 0{,}35$	a = 2,0 – 0,35 = 1,65
30	$i = \frac{30(40-30)}{40} + 30 = 37{,}5$	$\Delta = \frac{30 \cdot (0{,}7 - 0)}{40} = 0{,}525$	a = 2,0 – 0,525 = 1,475
40	$i = \frac{40(40-30)}{40} + 30 = 40$	$\Delta = \frac{40 \cdot (0{,}7 - 0)}{40} = 0{,}70$	a = 2,0 – 0,70 = 1,30

2. Определение ширины земляного полотна и поперечного уклона

Расстояние, м	Внутренняя часть	Внешняя часть
00	l =5,0 +(0,55 – 0,14 + 0,15)·1,5=5,84 м, $i = \frac{0{,}15}{5{,}84} \cdot 1000 = 25{,}7$ ‰	l = 5 + 0,55 · 1,5 = 5,82 м, $i = \frac{0{,}15}{5{,}82} \cdot 1000 = 25{,}8$ ‰
10	l =5,0 +(0,55 – 0,14 + 0,16)·1,5=5,86 м, $i = \frac{0{,}16}{5{,}86} \cdot 1000 = 27{,}3$‰	l = 5 + 0,55·1,5 = 5,82 м, $i = \frac{0{,}162}{5{,}82} \cdot 1000 = 27{,}8$ ‰
20	l =5,0 +(0,55 – 0,14 + 0,175)·1,5=5,88 м, $i = \frac{0{,}175}{5{,}88} \cdot 1000 = 29{,}8$ ‰	l = 5 + 0,55·1,5 = 5,82 м, $i = \frac{0{,}175}{5{,}82} \cdot 1000 = 30{,}0$ ‰
30	l =5,0 +0,55 – 0,14 + 0,187)·1,5 =5,90 м, $i = \frac{0{,}187}{5{,}90} \cdot 1000 = 31{,}7$ ‰	l = 5 + 0,55·1,5 = 5,82 м, $i = \frac{0{,}187}{5{,}82} \cdot 1000 = 32{,}1$‰
40	l = 5,0 +(0,55 – 0,14 + 0,20)·1,5 =5,91 м, $i = \frac{0{,}20}{5{,}91} \cdot 1000 = 33{,}8$ ‰	l = 5 + 0,55·1,5 = 5,82 м, $i = \frac{0{,}20}{5{,}82} \cdot 1000 = 34{,}4$ ‰

Основные параметры по переходу от $i_{в1}$ к $i_{в2}$

Расстояние, м	Уклон, ‰	Внутренняя часть							Ось проезжей части т. М, м	Внешняя часть					
		Уширение, м	Земляное полотно		Обочина		Проезжая часть			Земляное полотно		Обочина		Проезжая часть	
			ширина, м/уклон, ‰	превышение т. F, м	ширина, м/уклон, ‰	превышение т. E, м	ширина, м/уклон, ‰	превышение т. Д, м		ширина, м/уклон, ‰	превышение т. N, м	ширина, м/уклон, ‰	превышение т. С, м	ширина, м/уклон,‰	превышение т. В, м
00	30	00	5,84/25,7	–0,70	2,0/30	–0,15	3,0/30	–0,09	–0,55	5,82/25,8	–0,40	2,0/30	0,15	3,0/30	0,009
10	32,5	0,175	5,86/27,3	–0,71	1,825/32,5	–0,16	3,175/32,5	–0,10	–0,55	5,82/27,8	–0,388	2,0/32,5	0,162	3,0/32,5	0,097
20	35,0	0,35	5,88/29,8	–0,725	1,65/35	–0,175	3,35/35	–0,117	–0,55	5,82/30	–0,375	2,0/35	0,175	3,0/35	0,105
30	37,5	0,525	5,90/31,7	–0,737	1,475/37,5	–0,187	3,525/37,5	–0,132	–0,55	5,82/32,1	–0,363	2,0/37,5	0,187	3,0/37,5	0,112
40	40	0,70	5,91/33,8	–0,75	1,30/40	–0,20	3,70/40	–0,148	–0,55	5,82/34,4	–0,35	2,0/40	0,20	3,0/40	0,12

Приложение 3

Предварительное определение напряжения Вл по типу и количеству изоляторов

Напряжение Вл, кВ	Тип изолятора или гирлянд	Тип опоры	Количество изоляторов (шт) на 1 провод
0,40	Штыревые на крюке		1
6–10	То же		1
6–10	Штыревые на траверсе		1
35	Поддерживающая	Металл. и ж. б. Деревянная	3 2
35	Натяжная	Металл. и ж. б. Деревянная	4 3
110	Поддерживающая	Металл. и ж. б. Деревянная	6–8 5–7
	Натяжная	Металл. и ж. б. Деревянная	7–9 6–8
150	Поддерживающая и натяжная	Металл. и ж. б. Деревянная	8–10 7–9
220	Поддерживающая и натяжная	Металл. и ж. б. Деревянная	10–14 9–13
330	Поддерживающая и натяжная	Металл. и ж. б.	14–21
500	Поддерживающая и натяжная	Металлическая	21–29

Приложение 4

Формулы площадей плоских фигур

1. Квадрат $S = a^2 = \frac{d^2}{2}$

где a – сторона квадрата, d – диагональ.

2. Прямоугольник $S = a\,b,$

где a и b – стороны прямоугольника.

3. Ромб $S = \frac{d_1 \cdot d_2}{2} = a^2 \cdot \sin\alpha,$

где d_1 и d_2 – диагонали; a – сторона; α – один из острых углов

4. Параллелограмм $S = a \cdot h = a \cdot b \cdot \sin\alpha,$

где a и b – стороны; h – высота; α – один из острых углов.

5. Трапеция $S = \frac{a + b}{2} \cdot h,$

где a и b – основания; h – высота.

6. Любой четырехугольник $S = \frac{d_1 \cdot d_2}{2} = \sin\alpha,$

где d_1 и d_2 – диагонали, α – угол между диагоналями.

7. Прямоугольный треугольник $S = \frac{a \cdot b}{2},$

где a и b – катеты.

8. Равносторонний треугольник $S = \frac{1}{4} \cdot a^2\sqrt{3} = \frac{\sqrt{3}}{4} \cdot a^2,$

где a – сторона.

9. Любой треугольник $S = \frac{1}{2} a \cdot h,$

где a – основание треугольника; h – высота.

10. Правильный шестиугольник $S = \frac{2}{3}\sqrt{3a^2},$

где a – сторона.

11. Круг $S = \pi \cdot r^2 \approx 3{,}14 \cdot r^2 = \pi \frac{d^2}{4} = 0{,}785 d^2,$

где r – радиус; d – диаметр.

12. Сектор $S = \frac{1}{2} \cdot r \cdot l = \frac{\pi \cdot r^2 \cdot n}{360},$

где r – радиус; l – длина дуги; n – градусная мера центрального угла.

Приложение 5

Программы по определению основных параметров при разбивке горизонтальных кривых и примыканий на автомобильных дорогах

В Ярославской области изыскатели проектных организаций широко используют в полевых и камеральных условиях программируемый микрокалькулятор «CITIZEN SRP-175».

Общее количество шагов 128.

Вниманию инженерно-технических работников дорожных организаций предлагаются программы, разработанные геодезистом А.Е. Ерохиным.

1. Определение основных элементов горизонтальных кривых и главных точек закругления.
2. Детальная разбивка горизонтальных кривых от тангенсов.
3. Разбивка примыканий к внутренней стороне горизонтальной кривой.

Программа 1
Определение основных элементов горизонтальных кривых и главных точек закруглений

Программа составлена по следующим формулам, изложенным в таблицах для разбивки кривых в автомобильных дорогах (автор Н.А. Митин 1978г.)

$T = (R + \rho) * tg\ (\alpha \div 2) + m;$

$K = \pi * R * \alpha \div 180 + l_n;$

Д = 2 Т - К;

Б = (R + ρ) * Sec (α I 2) – R;

Н З = В У - Т;

К З = Н З + К;

$d = Н З_i - К З_{i+1};$

$В У_{i+1} = В У_i + S_{i,i+1} - Д_i;$

$\rho = l_n^2 \div 24\ R;\ m = l_n \div 2 - l_n^3 \div 240\ R^2$

При вводе программы:

а) стереть все программы, хранящиеся в микрокалькуляторе:

(MODE 6 INV ON);
(MODE 7 INV ON);
(MODE 8 INV ON);
(MODE 9 INV ON).

б) Ввести 1 в память 2 (1 STO 2)

Ввод программы: (128 шагов)

MODE 7

INV [x] DEG STO 1 INV [x] RCL 3 x^2÷24÷RCL 2 + RCL 2 = STO 7 * (RCL 1÷2) tan + RCL 3 ÷ 2 - RCL 3 y^x 3 ÷ 240 ÷ RCL 2 x^2 = STO 8 INV HLT π * RCL 2 * RCL 1 ÷ 180 + RCL 3 = STO 9 INV HLT RCL 1 ÷ 2 = Cos 1/x * RCL 7 - RCL2 = INV HLT RCL 8 * 2 - RCL 9 = STO 7 INV HLT RCL 6 - RCL 8 = STO 5 INV HLT + RCL 9 = INV HLT INV $x \leftrightarrow м$ - RCL 5 INV $x \leftrightarrow y$ = INV HLT RCL 6 + RCL 4 - RCL 7 = STO 6 INV HLT INV goto +/- 0

MODE 1

Порядок работы и контрольный пример:

Исходные данные: Уг1 - ПК00+93,88, α=65°59′10″, R=100 м, $l_п$=50 м, L=314,17 м.

Клавиши	Экран	Примечание
INV TAB 2	0.00	Округление до 2-х десятичных значений
0 STO 0	0.00	ПК (НТ или $КЗ_{i-1}$) в метрах
93,88 STO 6	93,88	ПК ($ВУ_i$) в метрах
RUN 7	-001-	
65°59′10″	65,5910	α_i ввод угла поворота
RUN	-002-	
100 STO2	100.00	R_i ввод радиуса
50 STO3	50,00	$l_п$ ввод переходной кривой
314,17 STO4	314,17	S_{i+1} ввод расстояния ($ВУ_i$- $ВУ_{i+1}$)
RUN	90,54	Т
RUN	165,16	К
RUN	20,47	Б
RUN	15,93	Д
RUN	3,34	НЗ ПК 0+03,34
RUN	168,50	КЗ ПК 1+68,50
RUN	3,34	D
RUN	392,12	$ВУ_{i+1}$ ПК 3+92,12
RUN	-001-	Ввод данных следующего угла поворота

Программа 2

Детальная разбивка горизонтальных кривых от тангенсов

Программа составлена по следующим формулам, изложенным в таблицах для разбивки кривых на автомобильных дорогах (автор Н.А. Митин, 1978 г.)

а) Переходная кривая

$x = K - K^5 \div 40\ C^2$;

$y = K^3 \div 6\ C$;

$C = R\ l_п$;

б) Круговая кривая

$x_i = R * Sin(90° \div \pi R) * (l_п + 2\ L_1) + m$;

$y_i = R * (1 - Cos(90° \div \pi R) * (l_п + 2\ L_1)) + \rho$;

$m = l_п \div 2 - l_п^3 \div 240\ R^2$;

$\rho = l_п^2 \div 24\ R$;

где K – искомое расстояние;

$l_п$ – длина переходной кривой;

R – радиус;

$L_1 = K - l_п$.

При вводе программы:

а) выполнить пункт (а) программы №1;

б) ввести: радиус в память 1 (250 STO 1);

l_n в память 2 (80 STO 2).

Ввод программы: (117 шагов)

MODE7

INV [x] STO 0 - RCL 0 y^x 5 ÷ 40 ÷ (RCL 1 * RCL 2) STO 3 x^2 = STO 8 RCL 0 y^x 3 ÷ 6 ÷ RCL 3 = STO 9 RCL 2 INV x≤м 7 RCL 8 INV HTL RCL 9 INV HLT INV goto +/- 0 RCL 0 - RCL 2 = x 2 +RCL 2 = x 90 ÷ π ÷ RCL 1 = STO 4 Sin * RCL 1 + RCL 2 ÷ 2 - RCL 2 y^x 3 ÷ 240 ÷ RCL 1 x^2 = INV HLT 1 - RCL 4 Cos = x RCL 1 + RCL 2 x^2 ÷ 24 ÷ RCL 1 = INV HLT INV goto +/- 0

MODE 1

Порядок работы и контрольный пример

Исходные данные: R = 250 м, l_n = 80 м, искомое расстояние 30,65 м, и 139,56 м.

Клавиши	Экран	Примечание
INV TAB2	0.00	Округление до 2-х десятичных значений
250 STO1	250.00	Ввод R в память 1
80 STO2	80.00	Ввод l_n в память 2
RUN7	-001-	
30.65	30.65	Ввод искомого расстояния (К)
RUN	30.65	X
RUN	0.24	Y
RUN	-001-	Ввод К
139.56	139.56	Ввод К
RUN	136.92	X
RUN	20.63	Y
RUN	-001-	и т.д.

Программа 3

Разбивка примыканий к внутренней стороне горизонтальной кривой

Программа составлена по следующим формулам:

$\alpha\alpha_3 = 180 * T_{c1} \div \pi R$;

$\alpha\alpha_4 = 180 * T_{c2} \div \pi R$;

$H_1 = \sqrt{b_1^2 + a_1^2}$;

$H_2 = \sqrt{b_2^2 + a_2^2}$;

$b_1 = T_{c1} * tg\ \alpha_3$;

$a_1 = b_1 * tg\ \gamma$;

$b_2 = T_{c2} * tg\ \alpha_4$;

$a_2 = b_2 * tg\ \gamma$;

$\gamma = 90° - \alpha_1$; (для острого угла)

$\gamma = \alpha_2 - 90°$; (для тупого угла)

Если $\alpha_1 = \alpha_2 = 90°$, то $a_1 = a_2 = 0$;

$b_1 = b_2 = H_1 = H_2 = T_{c1} * tg\ \alpha_3$.

При вводе программы:
Выполнить пункт а) программы №1;
Ввести исходные данные:

α_1	DEG	STO 1
T_{c1}		STO 2
α_2	DEG	STO 4
T_{c2}		STO 5
R	-	STO 3.

Пример. При угле поворота трассы α=35° выполнить примыкание радиусом 15 м, переходная кривая $l_п$ =20 м под углом 75° к горизонтальной кривой радиусом 200 м.

Исходные данные: α=35°, R=200 м; α_1=75°, T_{c1}=22,20 м, α_2=105°, T_{c2}=30,84 м, радиус примыкания R=15 м, $l_п$ =20 м.

Ввод программы: (83 шага)

MODE 7

180 *RCL 2 ÷ (π * RCL 3) STO 6 = STO 7 INV DMS INV HLT RCL 2 * RCL 7 tan = x^2 * (1 + (90 – RCL 1) tan x^2) = INV $\sqrt{}$ INV HLT 180 * RCL 5 ÷ RCL 6 = STO 7 INV DMS INV HLT RCL 5 * RCL 7 tan = x^2 * (1+ (RCL 4 – 90) tan x^2) = INV $\sqrt{}$

MODE 1

Порядок работы и контрольный пример.

Клавиши	Экран	Примечание
INV TAB 2	0.00	Округление до 2-х десятичных значений
75 DEG STO1	75.00	Ввод α_1 в память 1
22.20 STO2	22.20	Ввод T_{c1} в память 2
105 DEG STO4	105.00	Ввод α_2 в память 4
30.84 STO5	30.84	Ввод T_{c2} в память 5
200 STO3	200.00	Ввод R в память 3
RUN 7	6°21′35″39	α_3
RUN	2.56	H_1
RUN	8°50′06″03	α_4
RUN	4.96	H_2

Литература

1. СНиП 2.05 02–85. Автомобильные дороги. – М., 1985.
2. СНиП 3.01.03–84. Геодезические работы в строительстве. – М., 1984.
3. СНиП 3.06.03–85. Автомобильные дороги. – М., 1985.
4. СНиП 11-92-96 Инженерные изыскания для строительства. – М., 1996.
5. РСН–88. Региональные нормы. Проектирование и строительство автомобильных дорог в Нечерноземной зоне РСФСР. – М., 1988.
6. Справочник. Проектирование автомобильных дорог. – М., 1989.
7. Справочник. Дорожная терминология. – М., 1985.
8. Наставление пикетажисту при изысканиях автомобильных дорог. – М., 1969.
9. Методическое пособие мастеру по геодезическим работам при реконструкции, ремонте и восстановлении автомобильных дорог и искусственных сооружений на них. – М., 1995.
10. Методические указания начальнику изыскательской партии. – М., 1987.
11. Митин Н.А. Таблицы для разбивки кривых на автомобильных дорогах. – М., 1978.
12. Пересечения и примыкания автомобильных дорог в одном уровне: Типовые проектные решения ТПР 503–0–44.82. – М., 1982. Типовые материалы для проектирования ТПР 503–0–51.89. – М., 1989.
13. Бабков В.Ф. Проектирование автомобильных дорог. Часть 1 и 2. – М., 1987.
14. Ройзман А.С. Пособие по проектированию автомобильных дорог. – М., 1974.
15. Седун А.В. Практические работы по геодезии и разбивочным работам при строительстве автомобильных дорог. – М., 1989.
16. Давыдов М.Ф. Геодезия. – М., 1984.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ГЛАВА 1. ОБЩИЕ ОСНОВЫ ГЕОДЕЗИИ..... 3
1.1. Линейные измерения..... 3
1.2. Угломерные приборы..... 4
1.3. Нивелирование..... 7
ГЛАВА 2. ДЕТАЛЬНАЯ РАЗБИВКА ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ КРИВЫХ НА АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГАХ..... 15
2.1. Общие положения..... 15
2.2. Разбивка горизонтальных кривых прямоугольными координатами от тангенса..... 17
2.3. Разбивка горизонтальных кривых продолженными хордами..... 21
2.4. Разбивка длинных кривых кратными кривыми..... 22
2.5. Определение главных элементов кривых и прямоугольных координат по формулам..... 25
ГЛАВА 3. ВИРАЖИ И УШИРЕНИЯ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ НА ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ КРИВЫХ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ..... 26
3.1. Общие положения..... 26
3.2. Методика расчета отгона виража и уширения проезжей части на дорогах II, III, IV, I-с, II-с, III-с категорий путем вращения вокруг оси покрытия..... 30
3.2.1. Переход от двухскатного профиля к односкатному с уклоном виража (чертеж 6)..... 31
3.2.2. Переход от профиля с поперечным уклоном равным нулю к уклону виража (чертеж 8)..... 38
3.2.3. Переход от односкатного поперечного профиля с уклоном проезжей части на прямом участке к уклону виража (чертеж 9)..... 42
3.2.4. Переход от поперечного профиля с уклоном виража $i_{в1}$ к поперечному профилю с уклоном виража $i_{в2}$ (чертеж 10)..... 46
ГЛАВА 4. ПЕРЕСЕЧЕНИЯ И ПРИМЫКАНИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ..... 48
4.1. Общие положения..... 48
4.2. Сопряжение пересечений (примыканий) переходными кривыми..... 52
4.3. Сопряжение пересечений (примыканий) автомобильных дорог в одном уровне коробовыми кривыми..... 57
4.4. Особенности разбивки примыкания к внутренней стороне горизонтальной кривой (чертеж 28)..... 59
ГЛАВА 5. РАЗБИВКА ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА..... 71
ГЛАВА 6. ЗАКРЕПЛЕНИЕ ТРАССЫ И ОТДЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ..... 81
ГЛАВА 7. РАЗБИВКА МАЛЫХ ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ..... 83
Приложение 1..... 85
Таблица 1.1. Основные элементы круговых кривых R=100 м..... 85
Таблица 1.2. Дополнения к основным элементам круговых кривых с применением переходных кривых..... 88
Таблица 1.3. Прямоугольные координаты для детальной разбивки горизонтальных кривых от тангенсов..... 91
Таблица 1.4. Разбивка горизонтальных и круговых кривых продолженными хордами..... 101
Таблица 1.5. Тангенсы входных и выходных коробовых кривых при углах пересечения..... 102

Таблица 1.6. Прямоугольные координаты для детальной разбивки пересечений и примыканий коробовыми кривыми..... 103
Таблица 1.7. Длина участка при отгоне виража от двухскатного профиля к односкатному, равному уклону проезжей части..... 104
Таблица 1.8 Определение дополнительного уклона..... 105
Таблица 1.9. Основные параметры по разбивке виражей на автомобильных дорогах..... 106
Таблица 1.10. Ширина земляного полотна от оси дороги до бровок, определенная по формулам, когда $h_{до} \neq h_{изп} - h_{ю}$..... 111
Таблицы 1.11...17. Смещение точек t_1 и t_2 при сопряжении примыкания к внутренней стороне горизонтальной кривой главной дороги 113
Приложение 2. Примеры расчета виражей и уширений проезжей части..... 133
Приложение 3. Предварительное определение напряжения ВЛ по типу и числу изоляторов..... 144
Приложение 4. Формулы площадей плоских фигур..... 145
Приложение 5 Программы по определению основных параметров при разбивке горизонтальных кривых и примыканий на автомобильных дорогах..... 146
Литература..... 150

Вениамин Германович Попов

РАЗБИВКА ВИРАЖЕЙ, УШИРЕНИЯ ПРОЕЗЖЕЙ ЧАСТИ, ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ КРИВЫХ, ПЕРЕСЕЧЕНИЙ И ПРИМЫКАНИЙ

Редактор Н.П. Лапина
Технический редактор В.В. Виноградова

ЛР № 021090 от 14.01.1997 г.

Подписано в печать 19.10.01г.		Формат 70x100/16
фсетная	Усл. печ. л. 9,5	Уч.-изд. л. 8,2
)0 экз.	Заказ 509	Цена договорная

Ротапринт МАДИ(ГТУ), 125319, Москва, Ленинградский проспект, 64

gost.e-ecolog.ru