

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

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 документы, 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. Съёмка профилей для составления исполнительной документации.
6. Тахеометрическая съёмка 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 ЛЗ 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

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

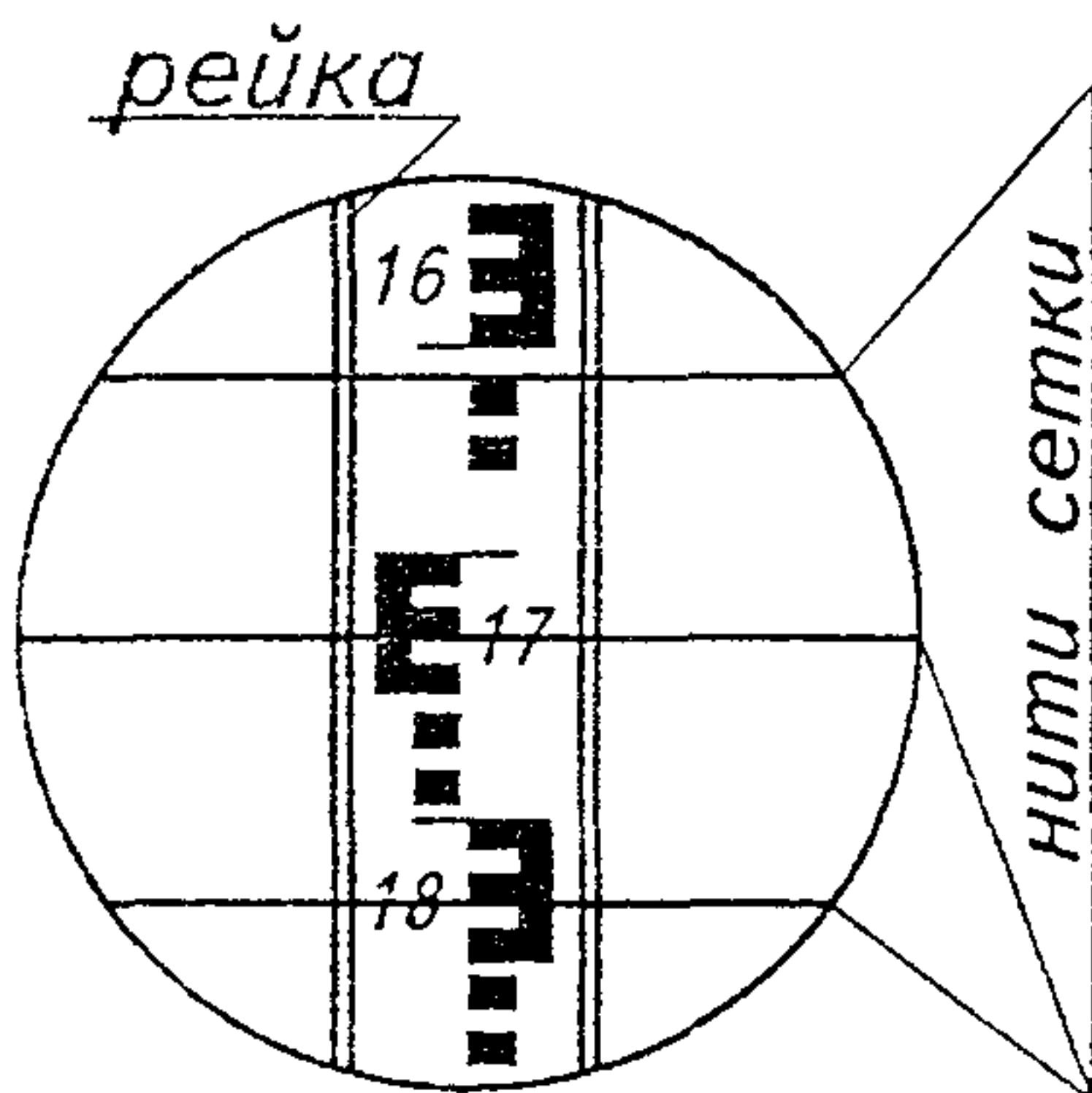
где n — количество передач шпилек;
 m — число шпилек у заднего
 го
 реечника;
 r — остаток измерений, м.

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.

$$l = (1,83 - 1,66) \cdot 100 = 17 \text{ м}$$



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

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°.

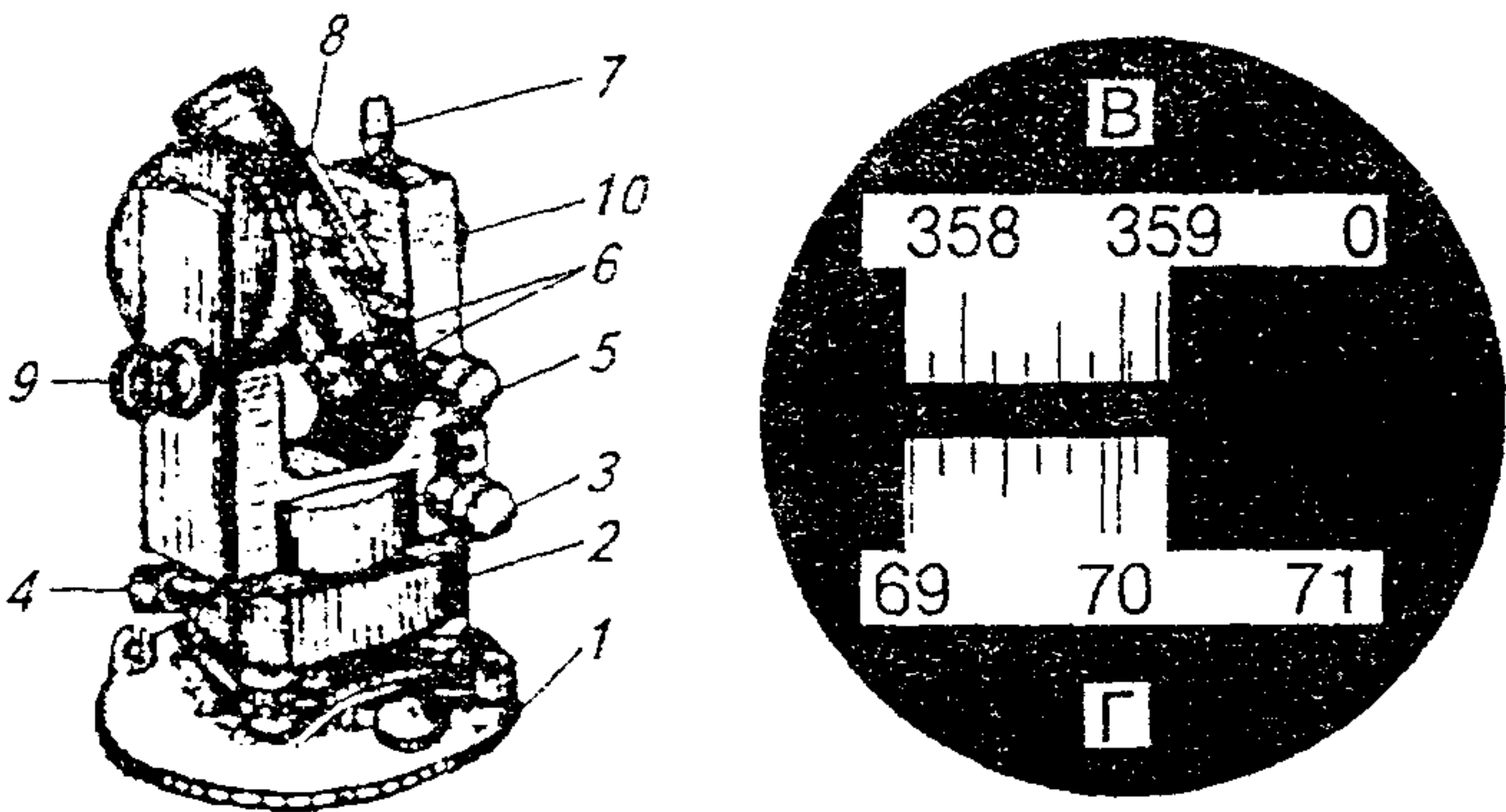
Румб—угол, составленный ориентируемой прямой с ближайшим направлением северного (с) или южного (ю) меридиана.

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 КП₁ и КЛ₁, 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 КП₂ и КЛ₂ по горизонтальному лимбу.

Величину коллимационной ошибки C определяют по формуле

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

Для исправления ошибки необходимо:

а. установить наводящим винтом алидады по горизонтальному кругу отсчет, определяемый по формуле $KП_1 = KП_2 - C$;

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 $30...60^\circ$ 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 «В₁». Если точки В и В₁ 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 $2...3^\circ$ и выполняют те же действия, что при КП.

$$\alpha_3 = 139^\circ 18', \alpha_4 = 104^\circ 07',$$

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

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

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 $\alpha_0 = 0^\circ 00'$). Алидаду открепляют, визируют на точку 3, и считывают отсчет $\alpha = 35^\circ 11'$. 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

$$\alpha = 180^\circ - \beta,$$

при повороте вправо

$$\alpha = \beta - 180^\circ,$$

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.

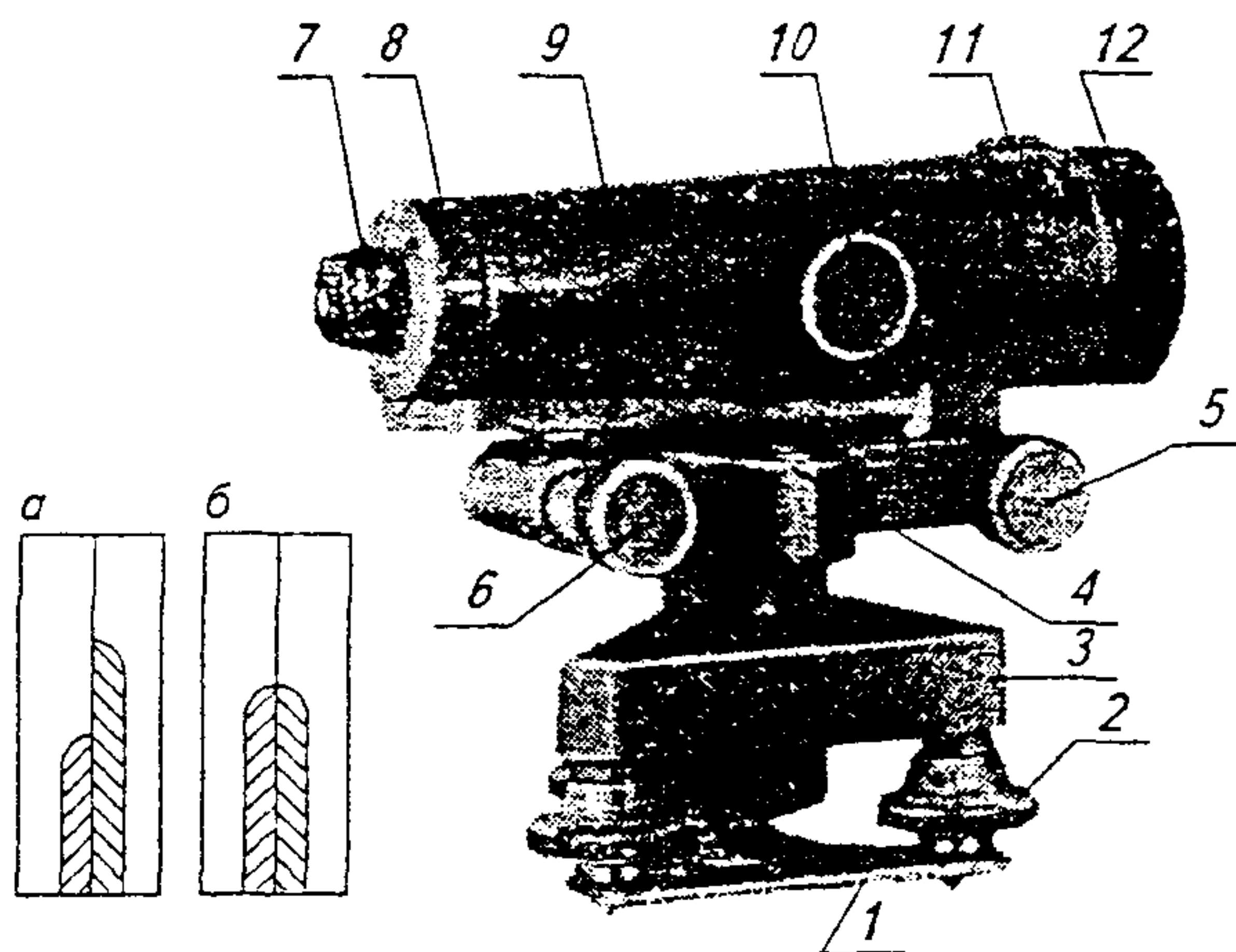
Проектная дорожная документация, как правило, составляется в условных отметках от временных реперов, которые устанавливаются изыскательскими партиями и подрядными строительными организациями у искусственных сооружений, глубоких (высоких) выемок (насыпей) и т. д.

Нивелиры по точности измерений делятся на 3 группы:

1. Высокоточные (Н–0.5).
2. Точные (Н–3, НГ).
3. Технические (Н–10Л).

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

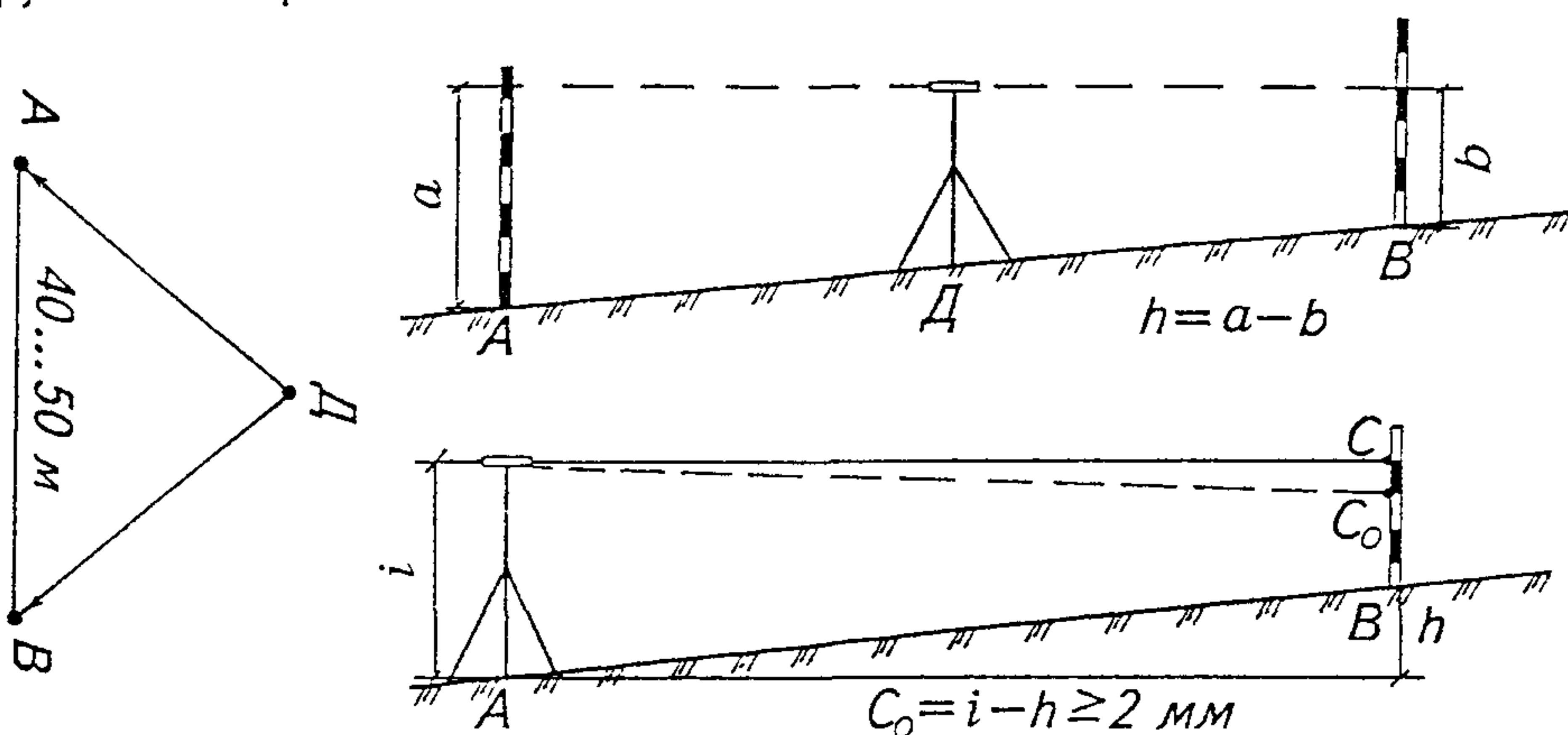
Трубу прибора устанавливают двумя подъемными винтами путем вывода пузырька на середину круглого уровня. Поворачивают трубу на 180° . Если пузырек уровня смещается от центра, то половину смещения устраняют исправительными винтами уровня и после этого поверку повторяют.

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» $c = l - b$.



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 $C - C_0$ 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 длине.

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 слегка покачивают перед собой, а отсчет берется меньший по средней нити сетки. Задняя точка должна иметь известную отметку.

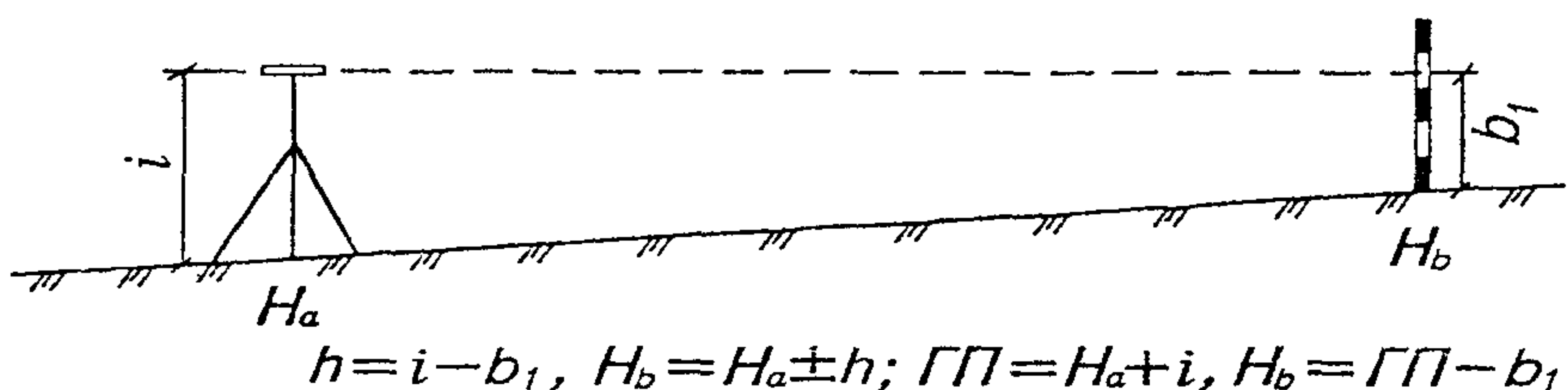
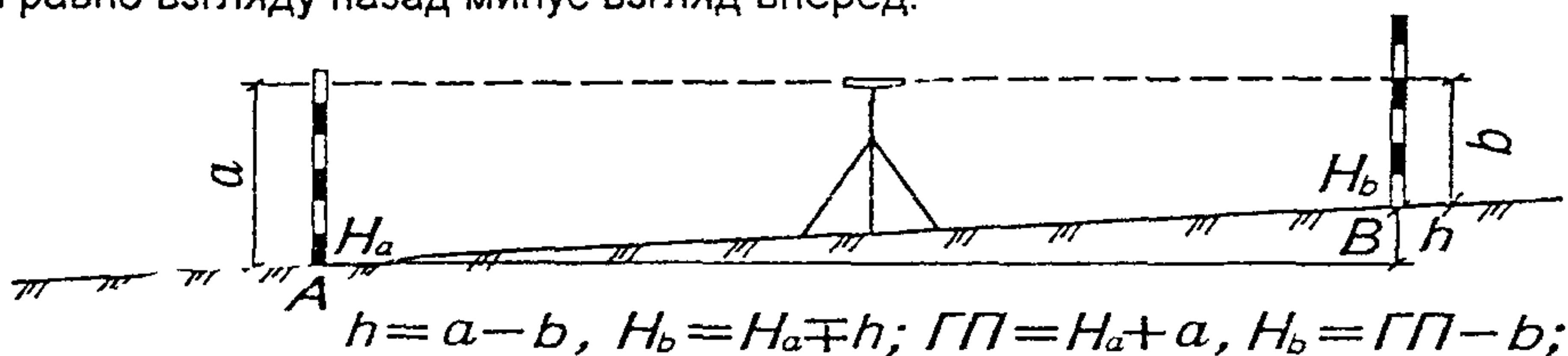
Превышения между точками определяются двумя способами геометрического нивелирования:

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.



Зная отметку H_a , можно определить отметку H_b

$$H_b = H_a \mp h$$

Превышение считается положительным $+h$, если отсчет «а» более отсчета «b». Если превышение отрицательное $-h$, то отсчет «а» меньше отсчета «b».

Вычисление отметок можно производить по горизонту прибора (ГП).

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

$$\text{ГП} = H_a + a.$$

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

$$H_b = \text{ГП} - b.$$

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

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

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 P_n 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.

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

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

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

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

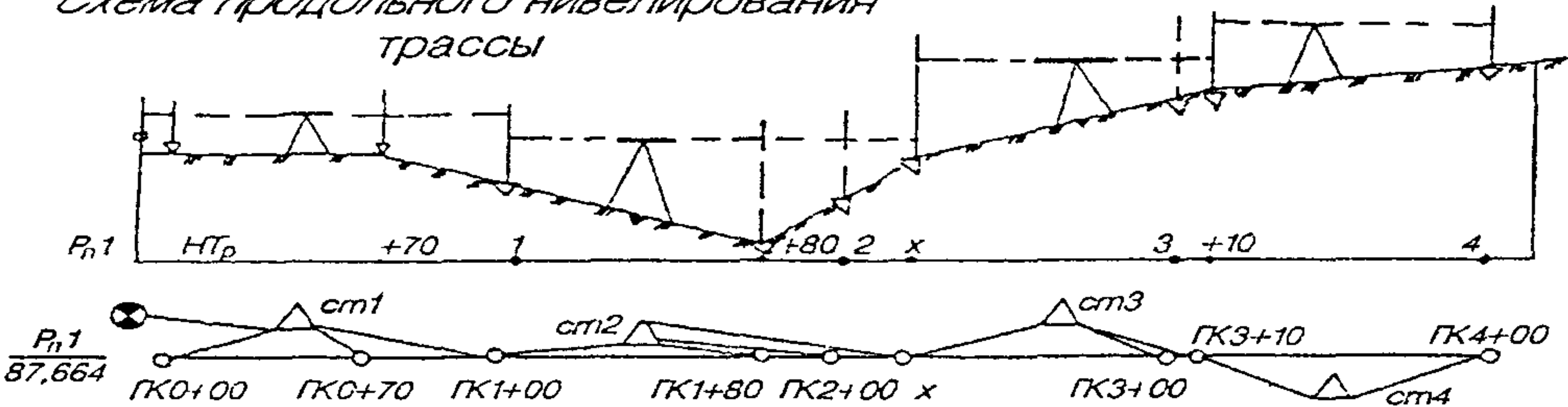
Полученные результаты вписываются в соответствующие графы «Превышение» журнала.

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.

Схема продольного нивелирования
трассы



Журнал продольного нивелирования
А Вычисление отметок по превышениям

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

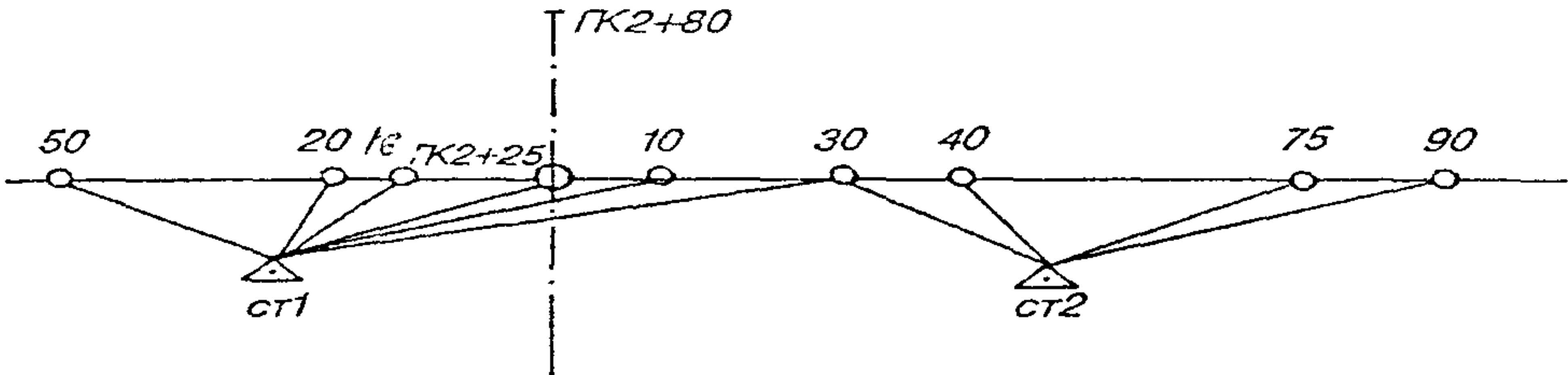
Контроль: 5967-3860=2107 мм; 3152-1045=2107 мм; H_к-H_н=89771-87664=2107 мм;
25105-22998=2107 мм
2Σh=ΣЗ-ΣП=31072-26858=4214 мм; Σh=4214/2=2107 мм

Б. Вычисление отметок по линии визирования

Наименование точки	Отсчет по рейке, мм			Превышение, мм				Горизонт прибора	Отметка точки, м
	задний	промежуточный	передний	вычисление		среднее			
Р _н	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; Н_к-Н_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. $2\sum h = \sum 3 - \sum П = 31072 - 26858 = 4214 \text{ мм},$
 $\sum h = 4214 : 2 = 2107 \text{ мм}.$
2. $\sum h = \sum +h - \sum -h = 3152 - 1045 = 2107 \text{ мм}.$
3. $H_{\text{кон}} - H_{\text{нач}} = 89771 - 87,664 = 2,107 \text{ м} = 2107 \text{ мм}.$

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 $= 85,082 + 1,645 = 86,727 \text{ м}.$
2. Отметки точек поперечного профиля на станции 1.

$$\begin{array}{l} \text{влево} \left\{ \begin{array}{l} H_{16} = \text{ГП} - b_{16} = 86,727 - 2,110 = 84,617 \text{ м} \\ H_{20} = \text{ГП} - b_{20} = 86,727 - 2,448 = 84,279 \text{ м} \\ H_{50} = \text{ГП} - b_{50} = 86,727 - 2,532 = 84,195 \text{ м} \end{array} \right. \\ \text{вправо} \left\{ \begin{array}{l} H_{10} = \text{ГП} - b_{10} = 86,727 - 1,045 = 85,632 \text{ м} \\ H_{30} = \text{ГП} - b_{30} = 86,727 - 0,522 = 86,205 \text{ м} \end{array} \right. \end{array}$$

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. $\sum 3 - \sum П = 4219 - 1150 = 2979 \text{ мм} = 2,979 \text{ м}.$
2. $H_{\text{кон}} - H_{\text{нач}} = 88,061 - 85,082 = 2,979 \text{ м}.$

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 станovým 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 T , K , D , B для принятого угла поворота необходимо умножить на величину радиуса и разделить на 100.

Например: 1. Определить T , K , D , B для $\alpha = 30^\circ 26'$, $R=250$ м.

$$R = 100 \text{ м}$$

а) $\alpha_1 = 30^\circ$, $T_1=26,80$ м, $K=52,36$ м, $D=1,23$ м, $B=3,53$ м,

б) $\alpha_2 = 31^\circ$, $T_2=27,73$ м, $K=54,10$ м, $D=1,36$ м, $B=3,77$ м,

$$R = 250 \text{ м}$$

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

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

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

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

Проверка: $D_\phi = 2T_\phi - K_\phi = 68 \cdot 2 - 132,78 = 3,22 \text{ м}.$

2. Определить прямоугольные координаты для разбивки кривой $R=250$ м, $\alpha = 30^\circ 26'$, $l_{п}=80$ м, $T_c = T + \Delta T$, $T=68$ м, $\Delta T=40,26$ м, $T_c=68+40,26=108,26$ м.

Промежуточное значение координат $K=95$ м.

$$X_{90}=89,64 \text{ м}, Y_{90}=6,05 \text{ м},$$

$$X_{100}=99,40 \text{ м}, Y_{100}=8,24 \text{ м},$$

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

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

K	X	Y	K	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 Ia(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 переход- ной кри- вой 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 тангенса (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).

$T=22,17 \cdot 8=177,35 \text{ м}, K=43,63 \cdot 8=349,06 \text{ м},$

$D=0,705 \cdot 8=5,64 \text{ м}, B=2,428 \cdot 8=19,42 \text{ м}.$

Проверка: $D = 2T - K = 2 \cdot 177,35 - 349,06 = 5,64 \text{ м}.$

2. Определить прямоугольные координаты (табл. 1.3).

К	Х	У	К	Х	У
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 ΔТ, ΔБ к основным элементам кривой (табл. 1.2).
- 2.4. Определяют «суммированные» элементы кривой

$T_c = T + \Delta T, \quad K_c = K + I_{\pi}, \quad D_c = D + \Delta D, \quad B_c = B + \Delta B.$

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) Iπ=80 м.

Определяют основные элементы кривой (табл. 1.1)

$T=22,17 \cdot 2,5=55,42 \text{ м}, \quad K=43,63 \cdot 2,5=109,09 \text{ м},$
 $D=0,70 \cdot 2,5=1,75 \text{ м}, \quad B=2,42 \cdot 2,5=6,05 \text{ м}.$

Проверка: $D = 2T - K = 2 \cdot 55,42 - 109,09 = 1,75 \text{ м}.$

Определяют дополнения к основным элементам кривой (табл. 1.2)

$\Delta T = 40,21 \text{ м}, \quad \Delta B = 1,10 \text{ м},$
 $\Delta D = 2\Delta T - I_{\pi} = 40,21 \cdot 2 - 80 = 0,42 \text{ м}.$

Определяют «суммированные» элементы кривой

$T_c = T + \Delta T = 55,42 + 40,21 = 95,63 \text{ м},$
 $K_c = K + I_{\pi} = 109,09 + 80 = 189,09 \text{ м},$
 $D_c = D + \Delta D = 1,75 + 0,42 = 2,17 \text{ м},$
 $B_c = B + \Delta B = 6,05 + 1,10 = 7,15 \text{ м}.$

Проверка: $D_c = 2T_c - K_c = 2 \cdot 95,63 - 189,09 = 2,17 \text{ м}.$

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			

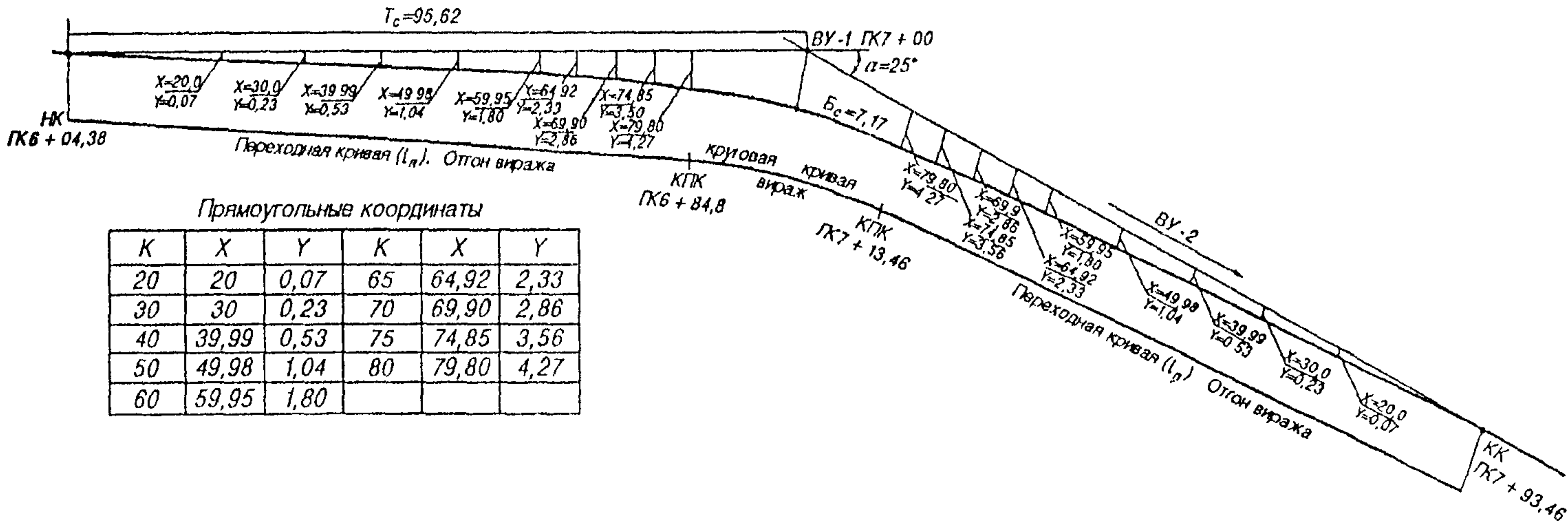
Разбивка горизонтальных кривых на местности

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

Чертеж 2

Исходные данные:

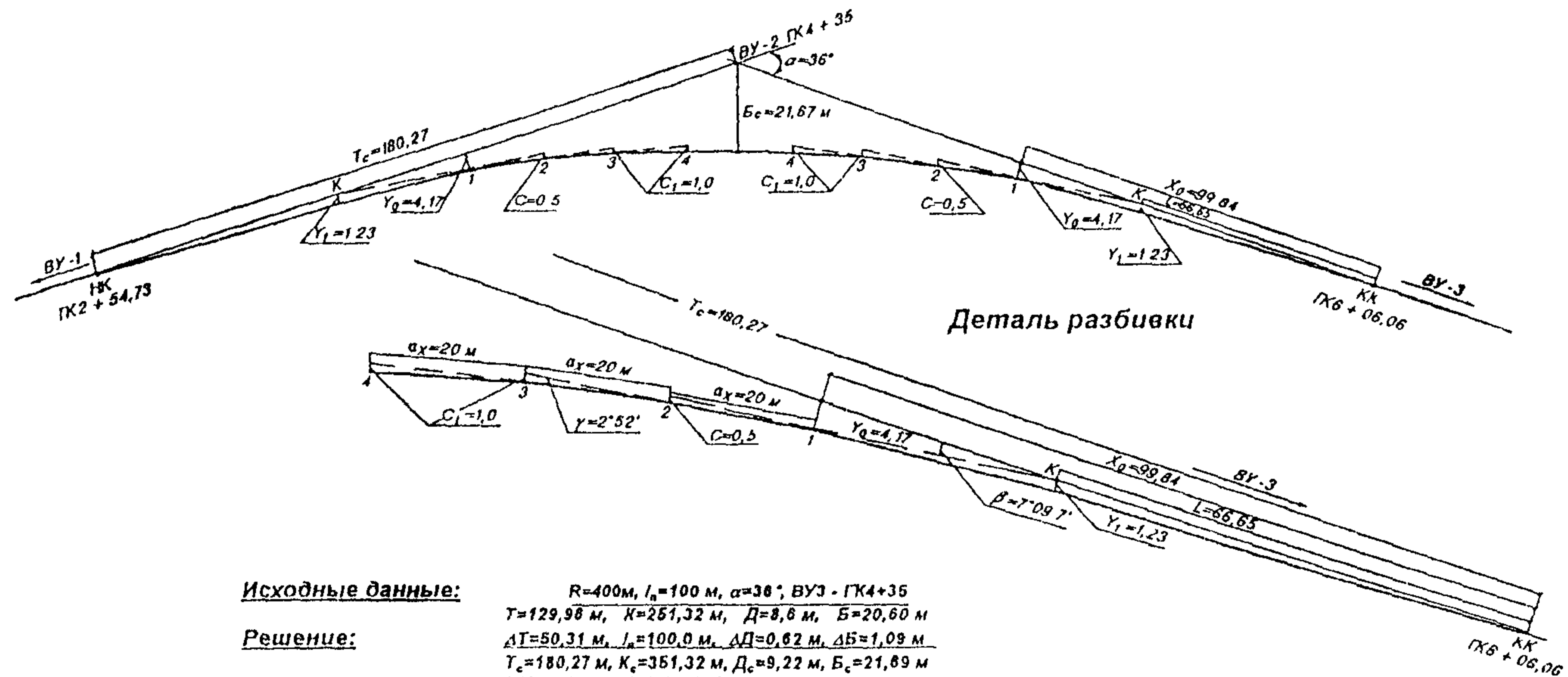
$\alpha=25^\circ$, $R=250$ м, $l_n=80$ м
+ $T=55,42$, $K=109,08$ м, $D=1,78$ м, $B=6,07$
 $\Delta T=40,20$ м, $\Delta K=l_n=80,0$ м, $\Delta D=0,40$ м, $\Delta B=1,10$ м
 $T_c=95,62$ м, $K_c=189,08$ м, $D_c=2,18$ м, $B_c=7,17$ м
 $HK=700-95,62=ГК6+04,38$
 $KK=HK+K_c=604,38+189,08=ГК7+93,46$
Проверка: $D_c=2T_c-K_c=2 \cdot 95,62-189,08=2,18$ 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



Исходные данные:

$R=400\text{ м}$, $l_n=100\text{ м}$, $\alpha=36^\circ$, ВУЗ - ПК4+35

Решение:

$T=129,98\text{ м}$, $K=251,32\text{ м}$, $D=8,8\text{ м}$, $B=20,60\text{ м}$

$\Delta T=50,31\text{ м}$, $l_n=100,0\text{ м}$, $\Delta D=0,62\text{ м}$, $\Delta B=1,09\text{ м}$

$T_c=180,27\text{ м}$, $K_c=351,32\text{ м}$, $D_c=9,22\text{ м}$, $B_c=21,69\text{ м}$

$HK=435-180,27=ПК2+54,73$

$KK=HK+K_c=254,73+351,33=ПК6+06,06$

Проверка: $D_c=2T_c-K_c=2 \cdot 180,27-351,32=9,22\text{ м}$

Данные для разбивки:

$a=20\text{ м}$, $C=0,50\text{ м}$, $C_1=1,0\text{ м}$, $L=66,65\text{ м}$

$X_0=99,84\text{ м}$, $Y_0=4,17\text{ м}$, $\beta=7^\circ 09,7'$, $\gamma=2^\circ 52'$

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 « c » (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 , c , c_1 , а используют табл. 1.4.

Например: разбить кривую на дороге $R=400$ м, $\alpha=36^\circ$, $I_{\Pi}=100$ м.

1. По табл. 1.1

$$T=32,49 \cdot 4=129,96 \text{ м}, K=62,83 \cdot 4=251,32 \text{ м},$$

$$D=2,15 \cdot 4=8,60 \text{ м}, B=5,15 \cdot 4=20,60 \text{ м}.$$

2. По табл. 1.2

$$\Delta T=50,31 \text{ м}, \Delta B=1,09 \text{ м},$$

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

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

$$K_c = K + I_n = 251,32 + 10 = 351,32 \text{ м,}$$

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

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

$$\text{Проверка: } D_c = 2T_c - K_c = 2 \cdot 180,27 - 351,52 = 9,22 \text{ м.}$$

Данные для разбивки из табл. 1.4:

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

$$X_0 = 99,84 \text{ м, } Y_0 = 4,17 \text{ м.}$$

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 , $l_2 = 200 \text{ м}$, l_3) и радиуса кривой определяют углы поворота каждого участка по формуле

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

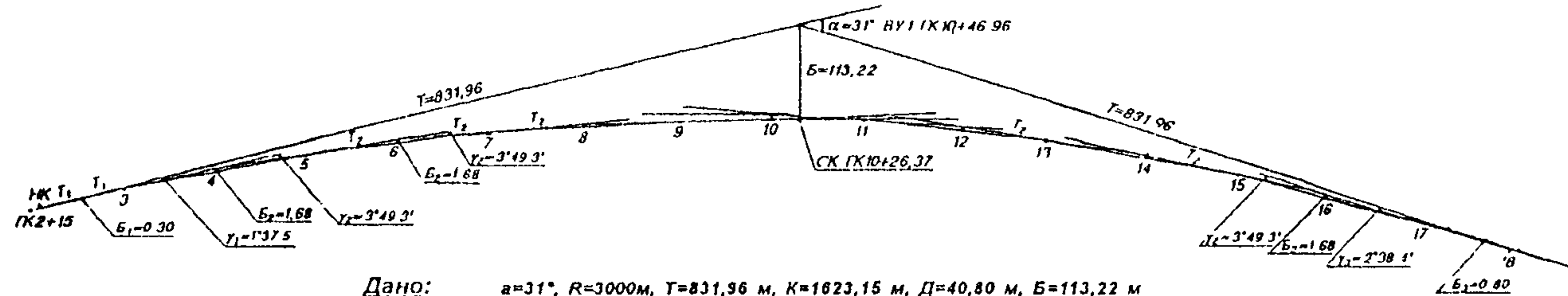
2. По величине угла поворота γ_i и радиуса R определяют для каждого участка и 200 м по табл. 1 элементы тангенса и биссектрисы (T_1 , T_2 , T_3 , B_1 , B_2 , B_3).

По углам поворота и вычисленным элементам выполняют разбивку длинной кривой.

Разбивка кривой

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

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



Дано:

$\alpha=31^\circ$, $R=3000$ м, $T=831,96$ м, $K=1623,15$ м, $D=40,80$ м, $B=113,22$ м

$HK=BY-T=GK10+46,96-831,96=GK2+15$

$KK=HK+K=GK2+15+1623,15=GK18+38,15$

$СК=HK+K/2=GK2+15+1623,15/2=GK10+26,37$

Решение:

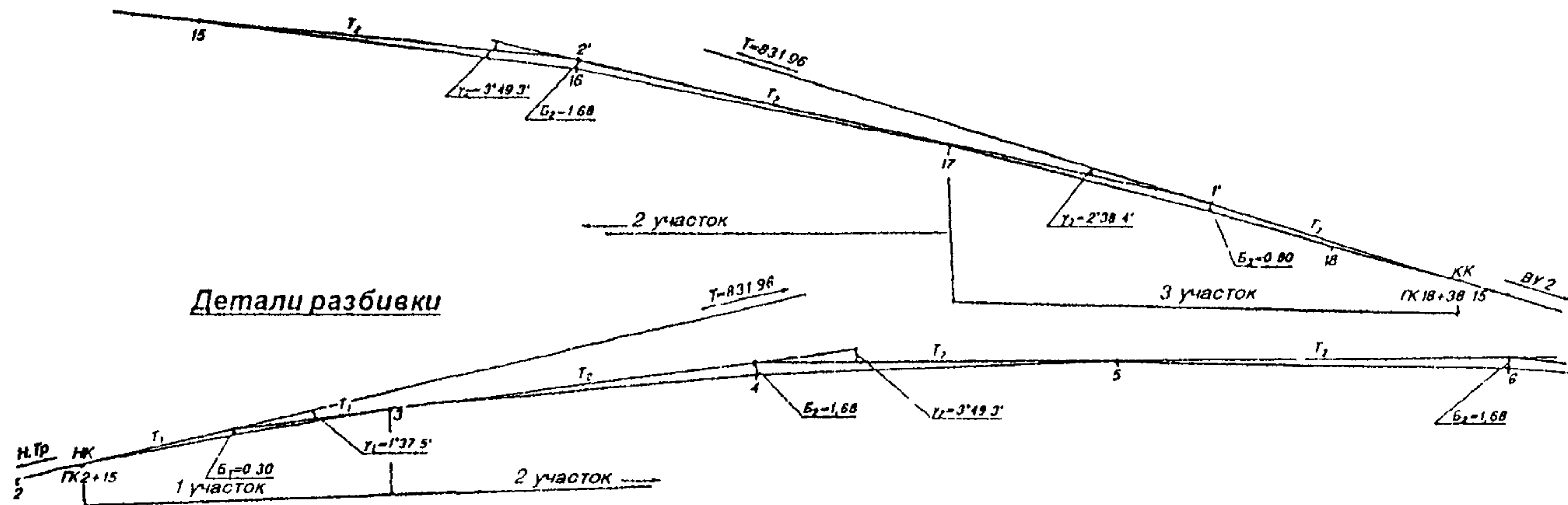
$K_1=GK3-HK=GK3+00-GK2+15=85$ м, $K_2=200$ м, $K_3=1623,15-(85+200)=138,15$ м

Контроль: $K=85+200+138,15=1623,15$ м

$$\gamma_1 = \frac{180 \cdot K_1}{\pi \cdot R} = \frac{180 \cdot 85}{3,14 \cdot 3000} = 1,6242^\circ = 1^\circ 37,5', T_1 = 42,54 \text{ м}, B_1 = 0,30 \text{ м}$$

$$\gamma_2 = \frac{180 \cdot K_2}{\pi \cdot R} = \frac{180 \cdot 200}{3,14 \cdot 3000} = 3,822^\circ = 3^\circ 49,3', T_2 = 100,24 \text{ м}, B_2 = 1,68 \text{ м}$$

$$\gamma_3 = \frac{180 \cdot K_3}{\pi \cdot R} = \frac{180 \cdot 138,15}{3,14 \cdot 3000} = 2,64^\circ = 2^\circ 38,4', T_3 = 69,10 \text{ м}, B_3 = 0,80 \text{ м}$$



Детали разбивки

Чертеж 4

3. В точке 1 устанавливают теодолит и с точностью до секунды разбивают угол γ_1 , отмеряют биссектрису B_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 B_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 , B_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, $\alpha=31^\circ$, ВУ–ПК10+46,96.

1. По табл. 1.1 определяют элементы кривой

$$T=27,73 \cdot 30=831,96 \text{ м, } K=54,10 \cdot 30=1623,15 \text{ м,}$$

$$D=1,36 \cdot 30=40,8 \text{ м, } B=3,77 \cdot 30=113,22 \text{ м.}$$

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

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

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

5. Определяют длину участков

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

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

Контроль:

$$K = l_1 + n \cdot 200 + l_3 = 215 + 7 \cdot 200 + 138,15 = 1623,15 \text{ м.}$$

6. Определяют углы поворота и элементы кривых на участках

$$\gamma_1 = \frac{180 \cdot l_1}{\pi R} = \frac{180 \cdot 85}{3,14 \cdot 3000} = 1,6242^\circ = 1^\circ 37' 27'',$$

по табл. 1.1 – $T_1 = 42,51$ м, $B_1 = 0,30$ м,

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

по табл. 1.1 – $T_2 = 100,24$ м, $B_2 = 1,68$ м,

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

по табл. 1.1 – $T_3 = 69,10$ м, $B_3 = 0,80$ 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

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}; K = \frac{\pi R \alpha}{180}; B = R \left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right);$$

$$D = 2T - K; X_i = R \sin \beta_i; Y_i = R(1 - \cos \beta_i).$$

2. Круговая кривая с переходной кривой

Основные элементы круговой кривой T , K , D , B определяют по выше-приведенным формулам, а дополнения к ним в связи с вводом переходной кривой по формулам:

$$\Delta T = \rho \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + l_n - \frac{l_n^3}{240 R^2}; \Delta B = \rho \sec \frac{\alpha}{2};$$

$$\Delta D = 2\Delta T - l_n; \Delta K = l_n; \rho = \frac{l_n^2}{24 R} - \frac{l_n^4}{2688 R^4};$$

$$T_c = T + \Delta T = \left(\frac{l_n^2}{24 R} + R \right) \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} + \frac{l_n}{2} - \frac{l_n^3}{240 R^2};$$

$$B_c = B + \Delta B = \left(\frac{l_n^2}{24 R} + R \right) \sec \frac{\alpha}{2} - R; K_c = \frac{\pi R \alpha}{180} + l_n;$$

$$D_c = 2T_c - K_c = 2 \left(\frac{l_n^2}{24 R} + R \right) \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} - \frac{l_n^3}{240 R^2} - \frac{\pi R \alpha}{180};$$

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

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. Вираз 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_v определяется по формуле:

$$i_v = \frac{V^2}{ngR},$$

где V – скорость движения транспорта, м/с;

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

$g=9,81\text{ м/с}^2$ – ускорение равномерного падения.

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

$$i_d = \frac{0,5 \cdot b (i_{np} + i_v)}{l_n}.$$

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 доро- гах к промышленным предприятиям	в районах с час- тым гололедом
от 3000 до 1000 для дорог I катего- рии	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 ‰.

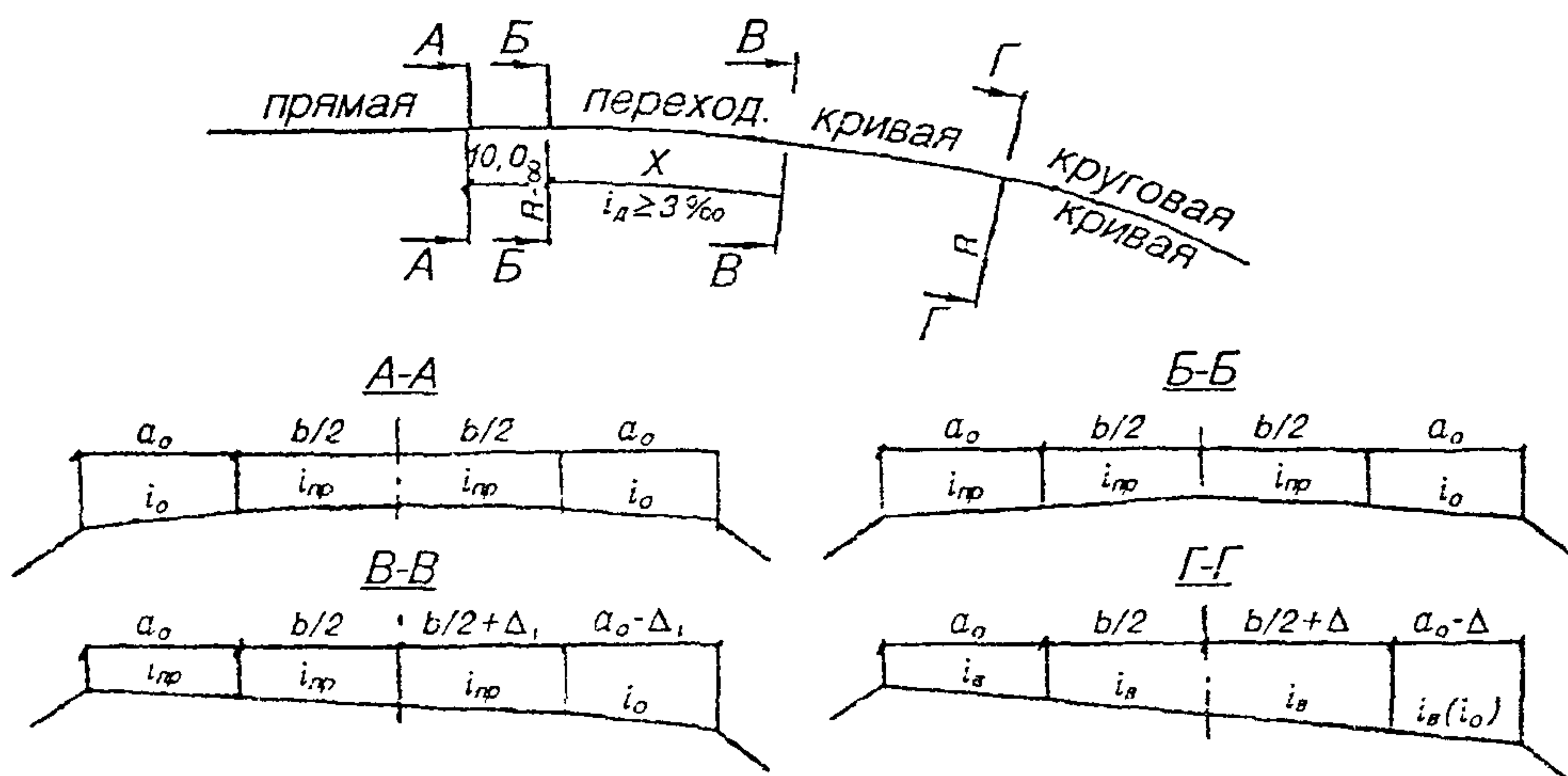
В районах с незначительным снежным покровом и редкими случаями гололеда допускается увеличивать поперечный уклон виража до 100 ‰. Внешняя обочина виража, во избежание стекания грязи во время дождя на проезжую часть дороги, должна быть укреплена на всю ширину.

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.

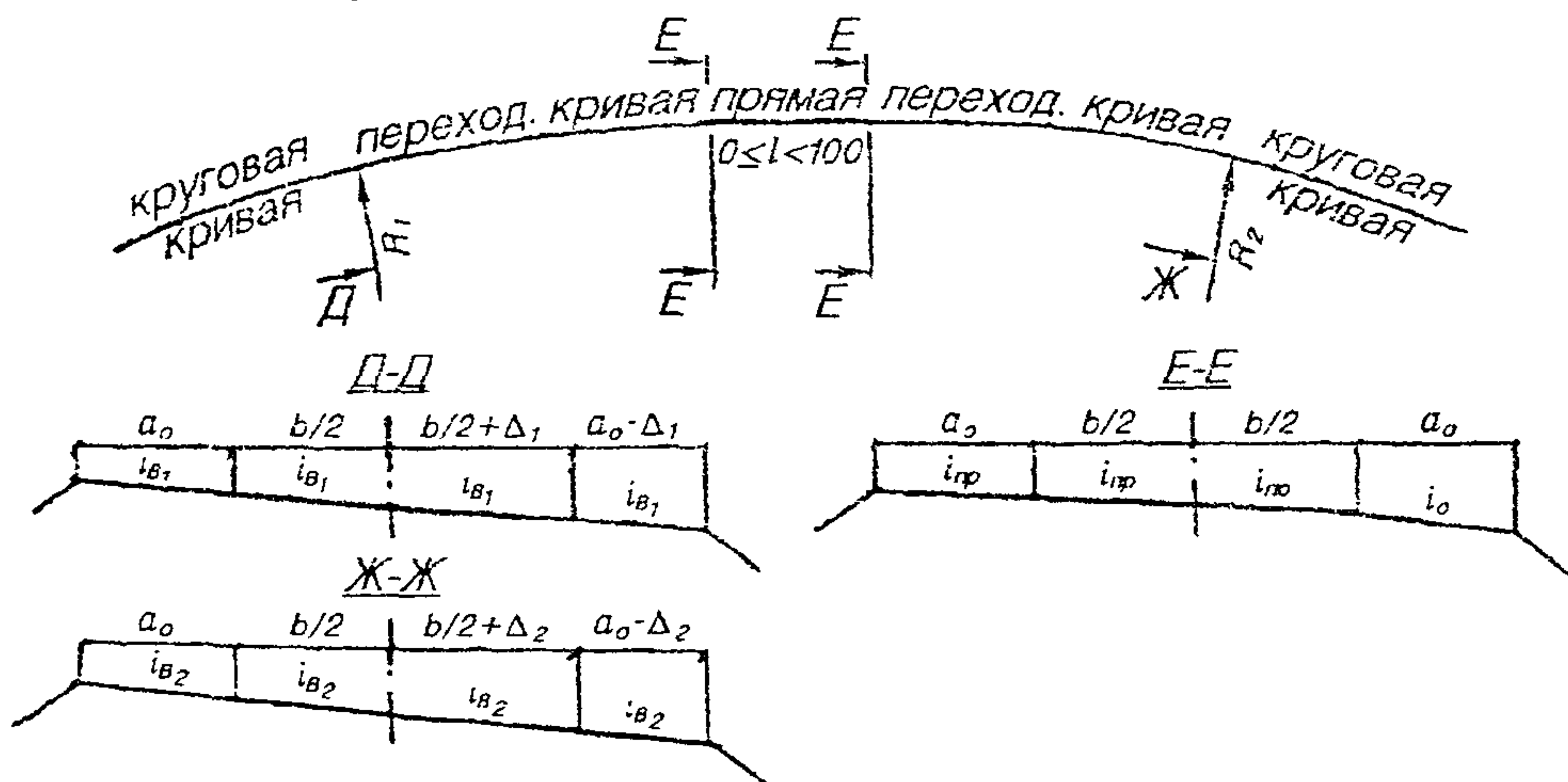
На дорогах всех категорий отгон виража при смежных кривых осуществляется по двум схемам.

Схемы отгона виража

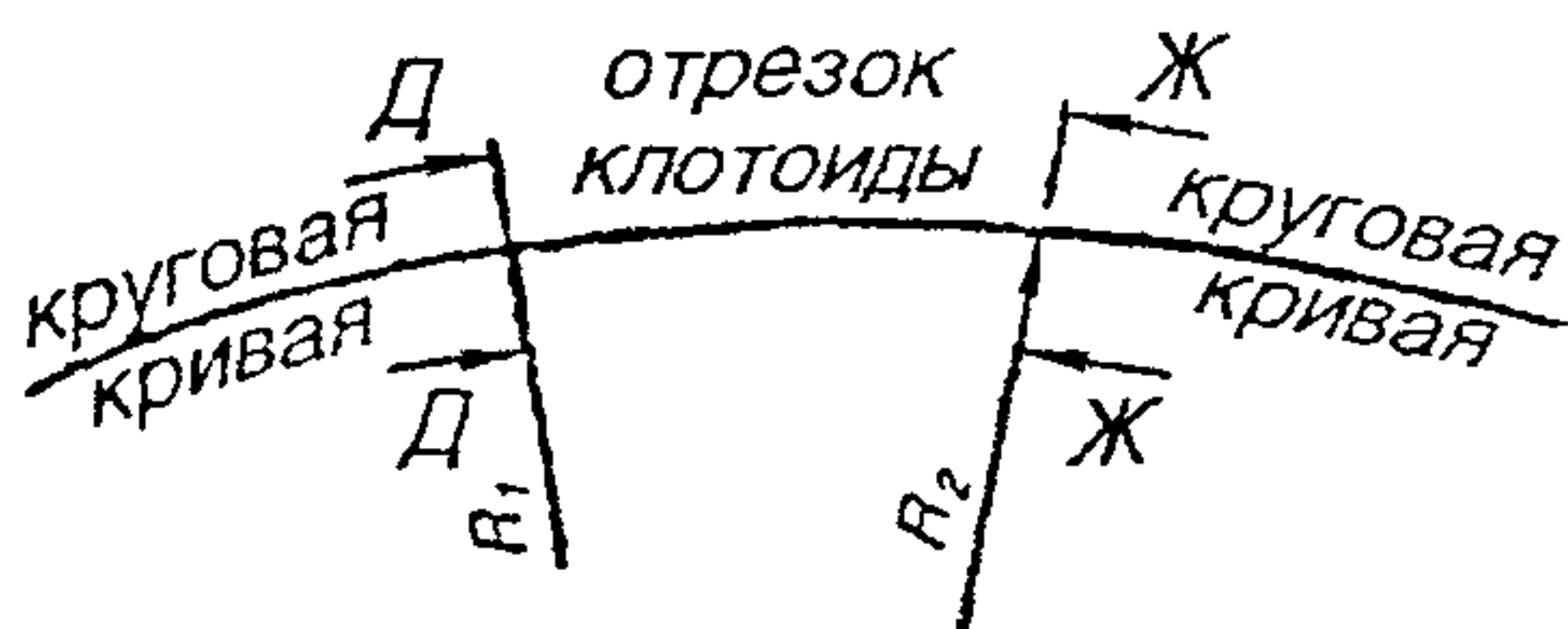
1. Отгон виража при сопряжении прямой и круговой кривой



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



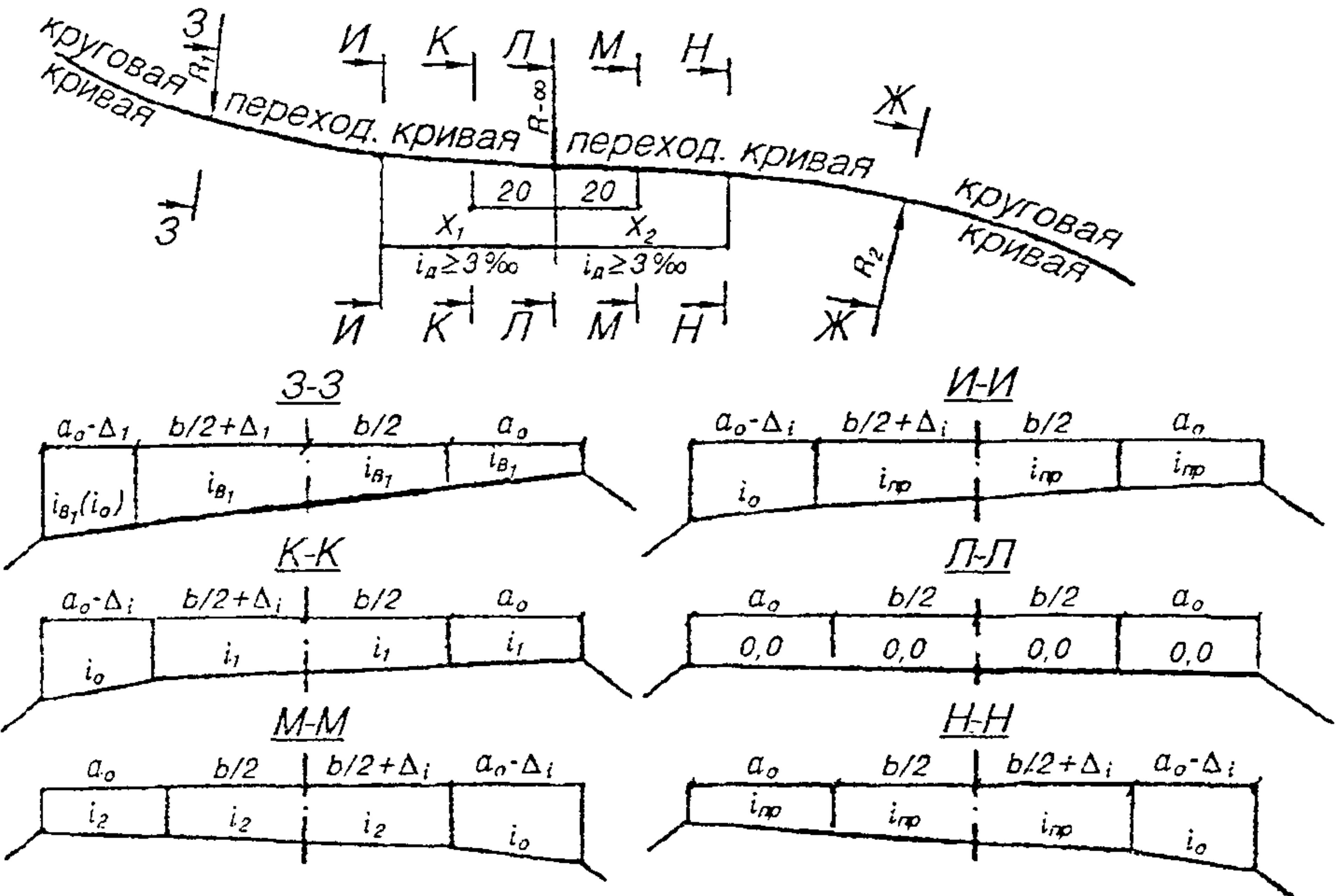
3. Отгон виража при сопряжении двух круговых кривых отрезком клотоиды



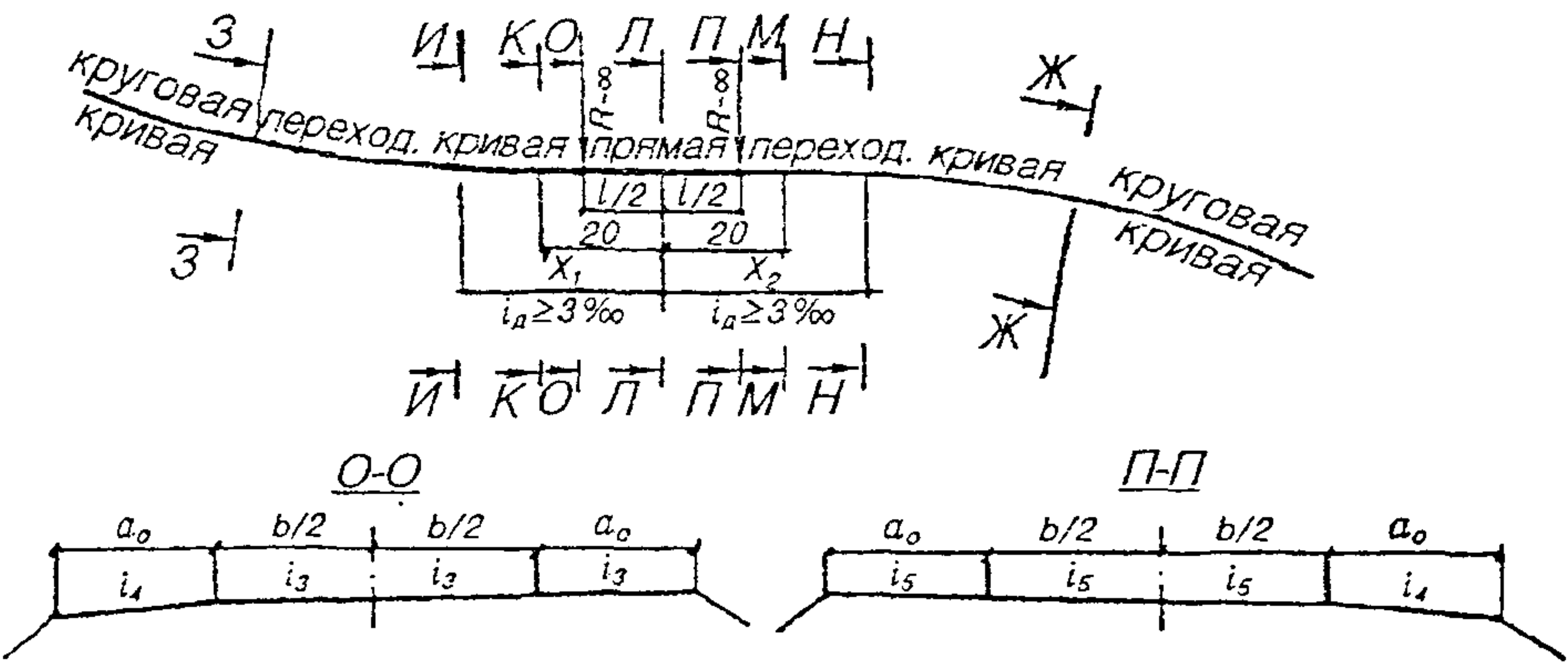
и уширений проезжей части

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 одностатный 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

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

Условный дополнительный продольный уклон кромки внешней проезжей части $i_{\text{д}}$ определяется по формуле

$$i_{\text{д}} = \frac{0,5 \cdot b (i_{\text{пр}} + i_{\text{в}})}{l_{\text{п}}}. \text{ (табл. 1.8).}$$

Если дополнительный уклон на участке «X» $i_{\text{д}} < 3 \text{ ‰}$, 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

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

на остальной части переходной кривой поперечный уклон определяется по формуле

$$i_i = \frac{(L_i - X)(i_{\text{в}} - i_{\text{пр}})}{l_{\text{п}} - X} + i_{\text{пр}}.$$

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

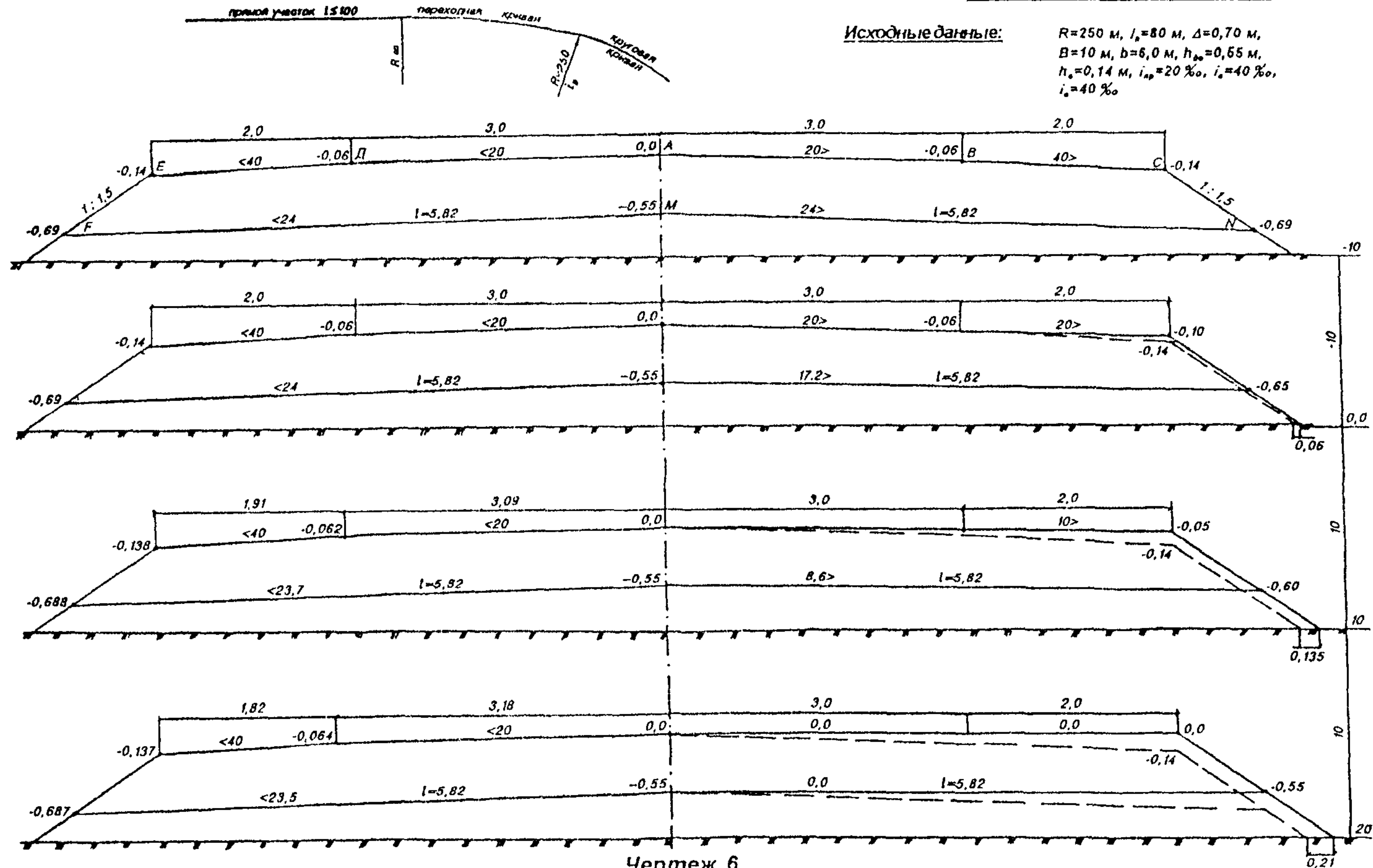
Разбивка виража на дороге IV-б категории

Схема

Переход от двухскатного поперечного профиля
к односкатному с уклоном виража

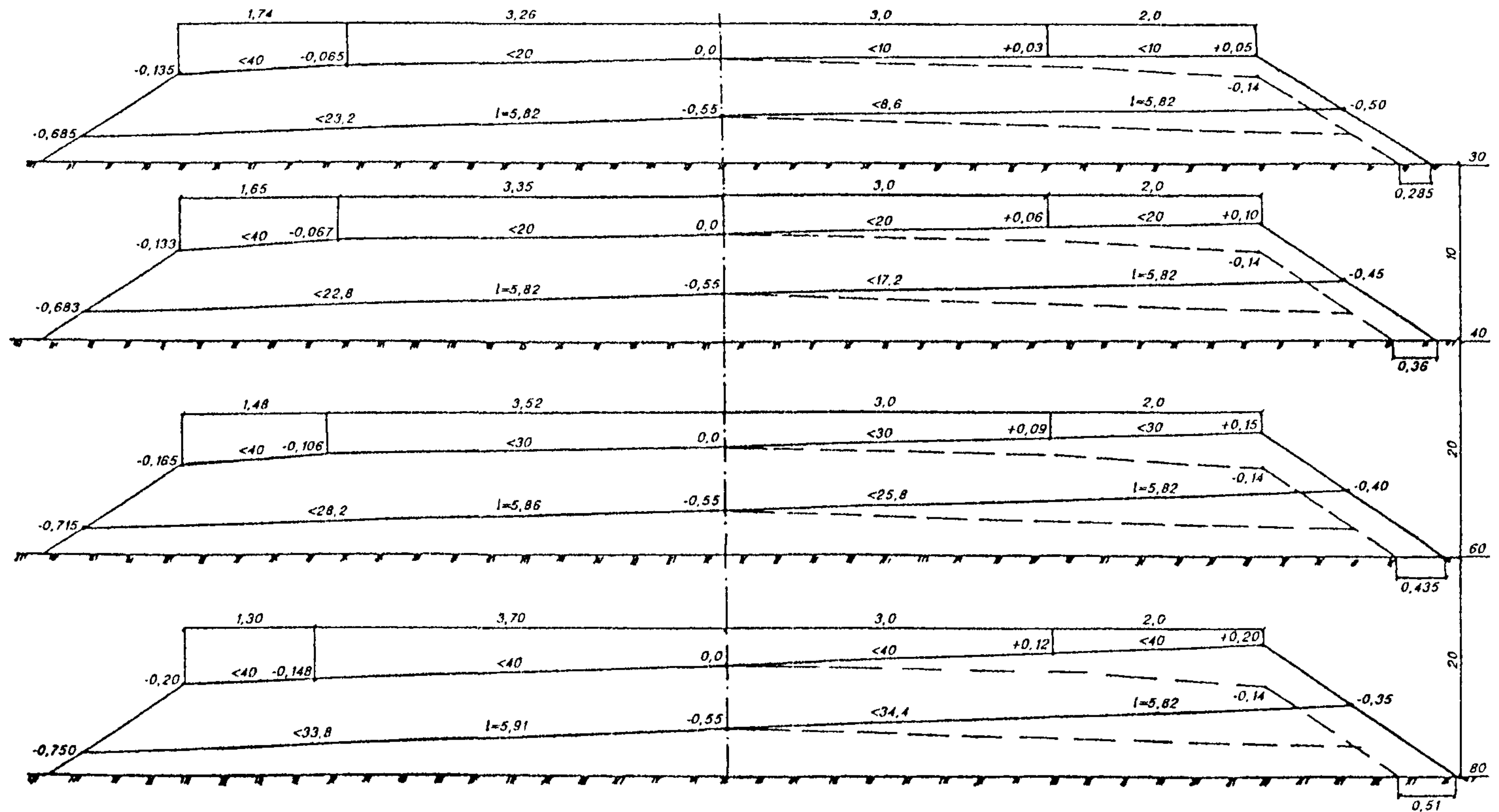
Исходные данные:

$R=250$ м, $l_p=80$ м, $\Delta=0,70$ м,
 $B=10$ м, $b=6,0$ м, $h_{до}=0,55$ м,
 $h_{с}=0,14$ м, $i_{до}=20\text{‰}$, $i_{с}=40\text{‰}$,
 $i_{в}=40\text{‰}$



Чертеж 6

$i_0 = 0,5b(i_{np} + i_0)/l_n = 0,5 \cdot 6 \cdot (0,02 + 0,04)/80 = 2,25 \text{ ‰}$, принято $i_0 = 3 \text{ ‰}$
 $X = b i_{np}/i_0 = 6 \cdot 0,02/0,03 = 40 \text{ м}$



Продолжение чертежа 6

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

Уширение проезжей части в любом сечении определяется по формуле

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

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 $h_{изп}$ с бровками обочин h_{io} заложена разница между ними, которая должна быть равна толщине дорожной одежды

$$h_{до} = h_{изп} - h_{io}; h_{изп} = h_{до} + h_{io}.$$

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

1. На прямом участке

$$\begin{aligned} AO &= l_o = \frac{B}{2} + l_1; & l_1 &= (h_{до} - h_o)m; \\ l_o &= \frac{B}{2} + (h_{до} - h_o)m; & ON &= \frac{B}{2} + h_{до} \cdot m. \end{aligned}$$

2. На внешней стороне виража

$$l = \frac{B}{2} + h_{до} \cdot m.$$

3. На внутренней части земляного полотна:

а. на участке «X»

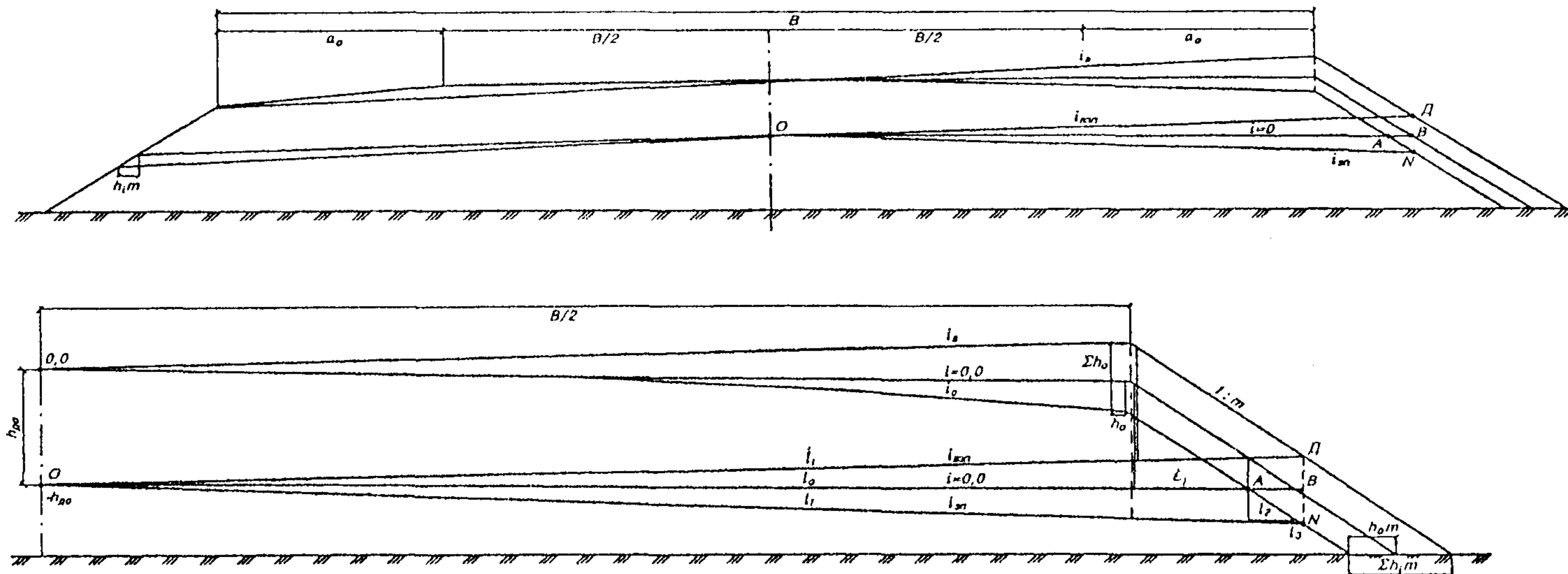
$$\begin{aligned} l &= \frac{B}{2} + (h_{до} - h_i)m + h_i m + \Delta_{зп}; \\ l &= \frac{B}{2} + h_{до} \cdot m - h_i m + h_i m + \Delta_{зп}; \\ l &= \frac{B}{2} + h_{до} \cdot m + \Delta_{зп}. \end{aligned}$$

б. на остальном участке « $l_n - X$ »

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

$\Delta_{зп}$ — 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. $h_{до} = h_{нп} - h_{ю}$
- А. На прямом участке дороги
 $AO = l_o = B/2 + (h_{до} \cdot h_o) \cdot m$; $ON = B/2 + h_{до} \cdot m$
- Б. На внешней стороне виража
 $l = B/2 + h_{до} \cdot m$
- В. На внутренней стороне виража
1. На участке «Х»
 $l = B/2 + h_{до} \cdot m + \Delta_{3н}$
 2. На остальном участке
 $l = B/2 + (h_{до} \cdot h_o + h_{ю}) \cdot m + \Delta_{3н}$

- I. $h_{до} \neq h_{нп} - h_{ю}$
- Определение ширины земляного полотна по заданному
уклону ниже расчетного
 $l = l_o(1 + im + i^2, m^2) + \Delta_{3н}$
 На внешней стороне виража $\Delta_{3н} = 0$

Чертеж 7

При вращении вокруг оси ширина до внешней бровки земляного полотна равна расчетной ($l = \frac{B}{2} + h_{до} \cdot m$), 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 $i_{зп}$ пропорционален превышению бровки обочины $h_{ю}$ и обратно пропорционален ширине земляного полотна от оси до бровки и определяется по формуле

$$i_{зп} = \frac{h_{ю}}{l} 1000 \text{ ‰}.$$

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 $h_{до} \neq h_{зп} - h_{ю}$, а также в случае определения ширины земляного полотна от оси до бровок по заданному уклону менее расчетного следует пользоваться формулой

$$ON = l_0 + l_2 + l_3 + \dots,$$

$$\text{где } l_2 = l_0 i_i m; \quad l_3 = l_2 i_i m = l_0 i_i^2 m^2;$$

$$ON = l = l_0 + l_0 i_i m + l_0 i_i^2 m^2 = l_0 (1 + i_i m + i_i^2 m^2).$$

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

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

Ширина земляного полотна для дорог II, III, IV, I-с, II-с категорий при $m=1,5-3,0$ и толщине дорожной одежды $h_{до}=0,55$ (0,60) м в зависимости от уклона ниже расчетного и величина вспомогательного коэффициента $k = 1 + i_i m + i_i^2 m^2$, без учета уширения земляного полотна указаны в табл. 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 ви- ража	Внутренняя часть			
	уширение проезжей час- ти, м	бровка зем- ляного по- лотна т. F, м	бровка обочины т. E, м	кромка проез- жей части, т. Д, м
Прямой уча- сток	0.0	$h_{до} + \text{превыш. т. E}$	$0,5 b i_{пр} + a_o i_o$	$0,5 b i_{пр}$
НПК (нача- ло виража)	0.0	$h_{до} + \text{превыш. т. E}$	$0,5 b i_{пр} + a_o i_o$	$0,5 b i_{пр}$
Участок «Х»	$\Delta_i = \frac{L_i \Delta}{l_n}$	$h_{до} + \text{превыш. т. E}$	$(0,5 b + \Delta_i) i_{пр} + (a_o + \Delta_i) i_o$	$(0,5 b + \Delta_i) i_{пр}$
Оставшийся участок	$\Delta_i = \frac{L_i \Delta}{l_n}$	$h_{до} + \text{превыш. т. E}$	$(0,5 b + \Delta_i) i_{пр} + (a_o + \Delta_i) i_o$	$(0,5 b + \Delta_i) i_i$
КПК (конец виража)	Δ	$h_{до} + \text{превыш. т. E}$	$(0,5 b + a_o) i_v$	$(0,5 b + \Delta) i_v$

Участок виража	Внешняя часть		
	бровка земляного по- лотна т. N, м	бровка обочины т. C, м	кромка проезжей части т. В, м
Прямой участок	$h_{до} + \text{превыш. т. C}$	$0,5 b i_{пр} + a_o i_o$	$0,5 b i_{пр}$
НПК (начало виража)	$h_{до} + \text{превыш. т. C}$	$(0,5 b + a_o) i_{пр}$	$0,5 b i_{пр}$
Участок «Х»	$h_{до} + \text{превыш. т. C}$	$(0,5 b + a_o) i_i$	$0,5 b i_i$
Оставшийся участок	$h_{до} + \text{превыш. т. C}$	$(0,5 b + a_o) i_i$	$0,5 b i_i$
КПК (конец ви- ража)	$h_{до} + \text{превыш. т. C}$	$(0,5 b + a_o) i_v$	$0,5 b i_v$

Условные обозначения:

- l_o – ширина земляного полотна от оси дороги до бровки на прямом уча-
стке, 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_n – длина переходной кривой, м;
 $l_{пр}$ – длина прямой вставки между кривыми, м;
 i_v – уклон виража, ‰;
 i_o – уклон обочины, ‰;
 $i_{пр}$ – уклон проезжей части, ‰;
 $i_{изп}$ – 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

$$i_d = \frac{0,5 b i_v}{l_n + 0,5 l_{пр}}.$$

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

Длина участка «Х» определяется по формуле

$$X = \frac{0,5 b i_{пр}}{i_d}.$$

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

$$i_i = \frac{L_i i_{пр}}{X};$$

на остальном участке переходной кривой

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

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

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

Ширина внутренней обочины на переходной кривой определяется по формуле

$$a_i = a_o - \Delta_i.$$

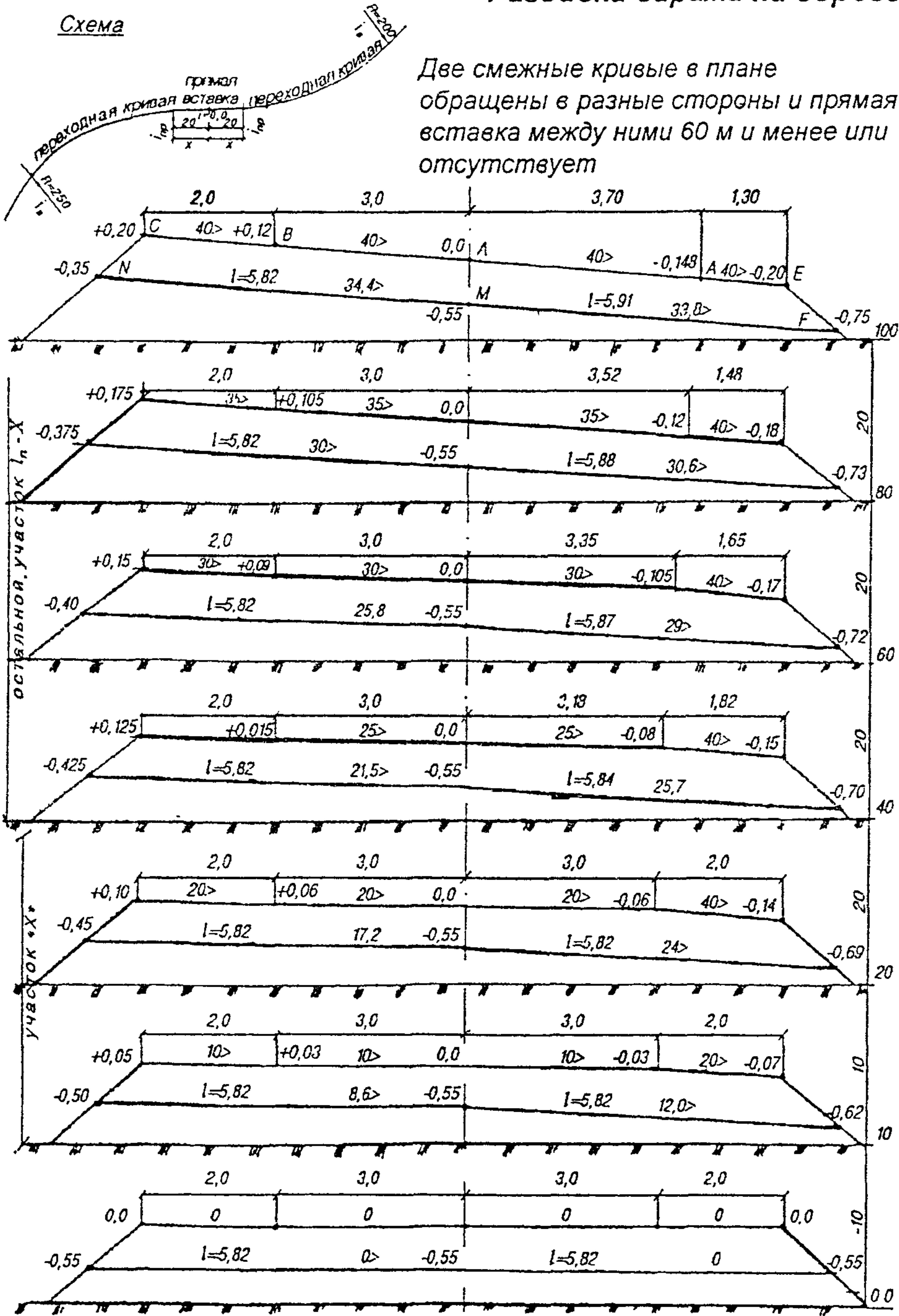
Ширина и поперечный уклон земляного полотна на переходной кривой определяется по вышеприведенным формулам (см. раздел «Переход от двухскатного поперечного профиля к односкатному с уклоном виража»). Превышение точек поперечного профиля проезжей части, бровок обочины, бровок земляного полотна определяется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

Участок виража	Внутренняя часть			
	уширение проезжей части, м	бровка земляного полотна, т. F, м	бровка обочины, т. E, м	кромка проезжей части т. Д, м
1. R ₁ – к прямой вставке				
КПК, i _‰	Δ	h _{до} +превыш. т. E.	(0,5 b + a _o) i _v	(0,5 b + a _o) i _v
Остальной участок «l _п – X»	$\Delta_i = \frac{(L_i - 0,5l_{пр})\Delta}{l}$	h _{до} +превыш. т. E.	(0,5 b + Δ _i) i _i + (a _o – Δ _i) i _o	(0,5 b + Δ _i) i _i
Участок «X»	$\Delta_i = \frac{(L_i - 0,5l_{пр})\Delta}{l}$	h _{до} +превыш. т. E.	(0,5 b + Δ _i) i _i + (a _o – Δ _i) i _o	(0,5 b + Δ _i) i _i
Конец участка «X»	$\Delta_i = \frac{(L_i - 0,5l_{пр})\Delta}{l}$	h _{до} +превыш. т. E.	(0,5 b + Δ _i) i _{пр} + (a _o – Δ _i) i _o	(0,5 b + Δ _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»	$\Delta_i = \frac{(L_i - 0,5l_{пр})\Delta}{l}$	h _{до} +превыш. т. E.	(0,5 b + Δ _i) i _i + (a _o – Δ _i) i _o	(0,5 b + Δ _i) i _i
Остальной участок «l _п – X»	$\Delta_i = \frac{(L_i - 0,5l_{пр})\Delta}{l}$	h _{до} +превыш. т. E.	(0,5 b + Δ _i) i _i – (a _o – Δ _i) i _o	(0,5 b + Δ _i) i _i
КПК, i _v	Δ	h _{до} +превыш. т. E.	(0,5 b + a _o) i _v	0,5 b i _v

Разбивка виража на дороге

Схема

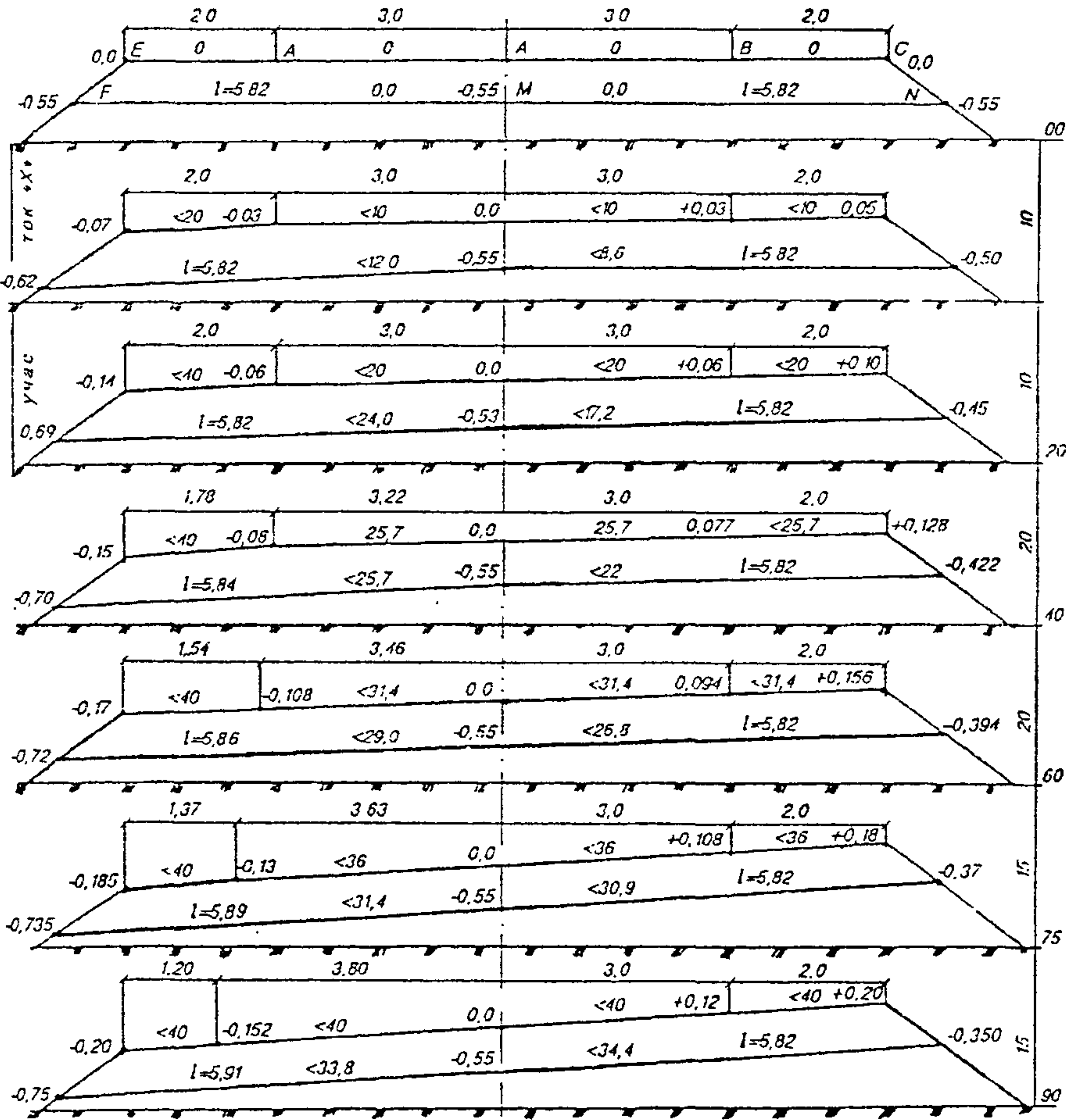
Две смежные кривые в плане
обращены в разные стороны и прямая
вставка между ними 60 м и менее или
отсутствует



на дороге IV-б категории

Исходные данные:

- а) $R_1=250$ м, $I_n=80$ м, $D=0,70$ м, $B=10$ м, $b=6,0$ м, $a_o=2,0$ м
 $h_{oo}=0,55$ м, $h_o=0,14$ м, $i_{np}=20\text{‰}$, $i_o=40\text{‰}$, $x=20$ м
б) $R_2=200$ м, $I_n=70$ м, $D=0,80$ м, $B=10$ м, $b=6,0$ м, $a_o=2,0$ м, $I_{np}=40$ м
 $h_{oo}=0,55$ м, $h_o=0,14$ м, $i_{np}=20\text{‰}$, $i_o=40\text{‰}$, $x=20$ 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.	(0,5 b + a _о) i _в	0,5 b i _в
Остальной участок «l _п - X»	h _{до} +превыш. т. С.	(0,5 b + a _о) i _i	0,5 b i _i
Участок «X»	h _{до} +превыш. т. С.	(0,5 b + a _о) i _i	0,5 b i _i
Конец уча- стка «X»	h _{до} +превыш. т. С.	(0,5 b + a _о) i _{пр}	0,5 b i _{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 «X»	h _{до} +превыш. т. С.	(0,5 b + a _о) i _i	0,5 b i _i
Остальной участок «l _п - X»	h _{до} +превыш. т. С.	(0,5 b + a _о) i _i	0,5 b i _i
КПК, i _в	h _{до} +превыш. т. С.	(0,5 b + a _о) i _в	0,5 b i _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

$$i_i = \frac{L_i (i_v - i_{пр})}{l_{п}} + i_{пр} ,$$

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:

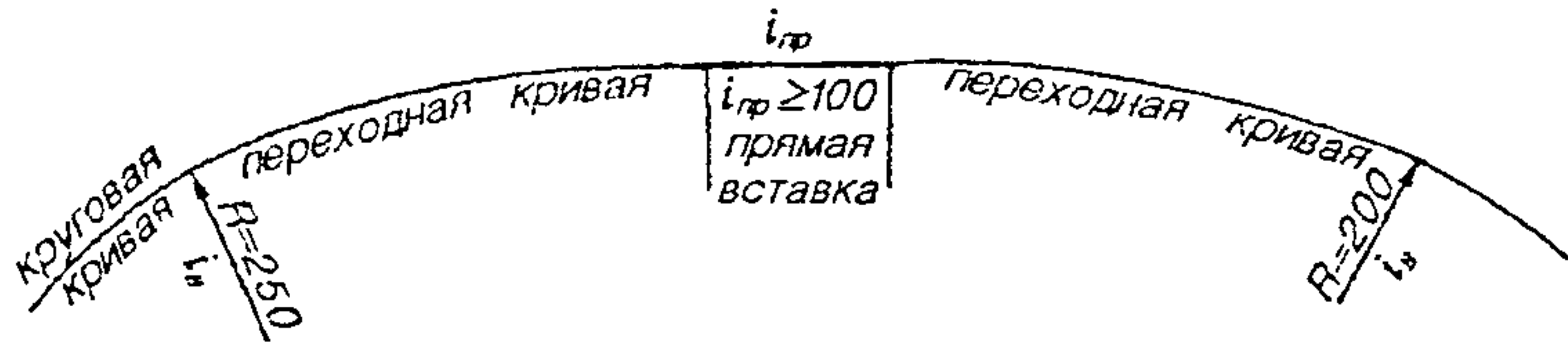
Участок виража	Внутренняя часть			
	уширение проез- жей части, м	Бровка зем- ляного полот- на т. F, м	бровка обочины, т. E, м	кромка проез- жей части, т. Д, м
1. Участок отгона виража от $i_{в1}$ до $i_{пр}$ для R_1				
КПК, $i_{в1}$	Δ	$h_{до+превыш.}$ т. E.	$(0,5b + a_o)i_{в1}$	$(0,5b + \Delta)i_{в1}$
Остальной (про- межуточный) участок	$\Delta_i = \frac{L_i \Delta}{l_n}$	$h_{до+превыш.}$ т. E.	$(0,5b + \Delta_i)i_i +$ $+(a_o - \Delta_i)i_o$	$(0,5b + \Delta_i)i_i$
НПК, $i_{пр}$	0.0	$h_{до+превыш.}$ т. E.	$0,5bi_{пр} + a_o i_o$	$0,5bi_{пр}$
2. Участок отгона виража от $i_{пр}$ до $i_{в2}$ для R_2				
НПК, $i_{пр}$	0.0	$h_{до+превыш.}$ т. E.	$0,5bi_{пр} + a_o i_o$	$0,5bi_{пр}$
Остальной (про- межуточный) участок	$\Delta_i = \frac{L_i \Delta}{l_n}$	$h_{до+превыш.}$ т. E.	$(0,5b + \Delta_i)i_i +$ $+(a_o - \Delta_i)i_o$	$(0,5b + \Delta_i)i_i$
КПК, $i_{в2}$	Δ	$h_{до+превыш.}$ т. E.	$(0,5b + a_o)i_{в2}$	$(0,5b + \Delta)i_{в2}$
Участок виража	Внешняя часть			
	бровка земляного по- лотно т. N, м	бровка обочины т. C, м	кромка проезжей час- ти т. B, м	
1. Участок отгона виража от $i_{в1}$ до $i_{пр}$ для R_1				
КПК, $i_{в1}$	$h_{до+превыш.}$ т. C.	$(0,5b + a_o)i_{в1}$	$0,5bi_{в1}$	
Остальной (промежуточ- ный) участок	$h_{до+превыш.}$ т. C	$(0,5b + a_o)i_i$	$0,5bi_i$	
НПК, $i_{пр}$	$h_{до+превыш.}$ т. C.	$(0,5b + a_o)i_{пр}$	$0,5bi_{пр}$	
2. Участок отгона виража от $i_{пр}$ до $i_{в2}$ для R_2				
НПК, $i_{пр}$	$h_{до+превыш.}$ т. C.	$(0,5b + a_o)i_{пр}$	$0,5bi_{пр}$	
Остальной (промежуточ- ный) участок	$h_{до+превыш.}$ т. C.	$(0,5b + a_o)i_i$	$0,5bi_i$	
КПК, $i_{в2}$	$h_{до+превыш.}$ т. C.	$(0,5b + a_o)i_{в2}$	$0,5bi_{в2}$	

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 «±» 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.

Схема

Разбивка виража

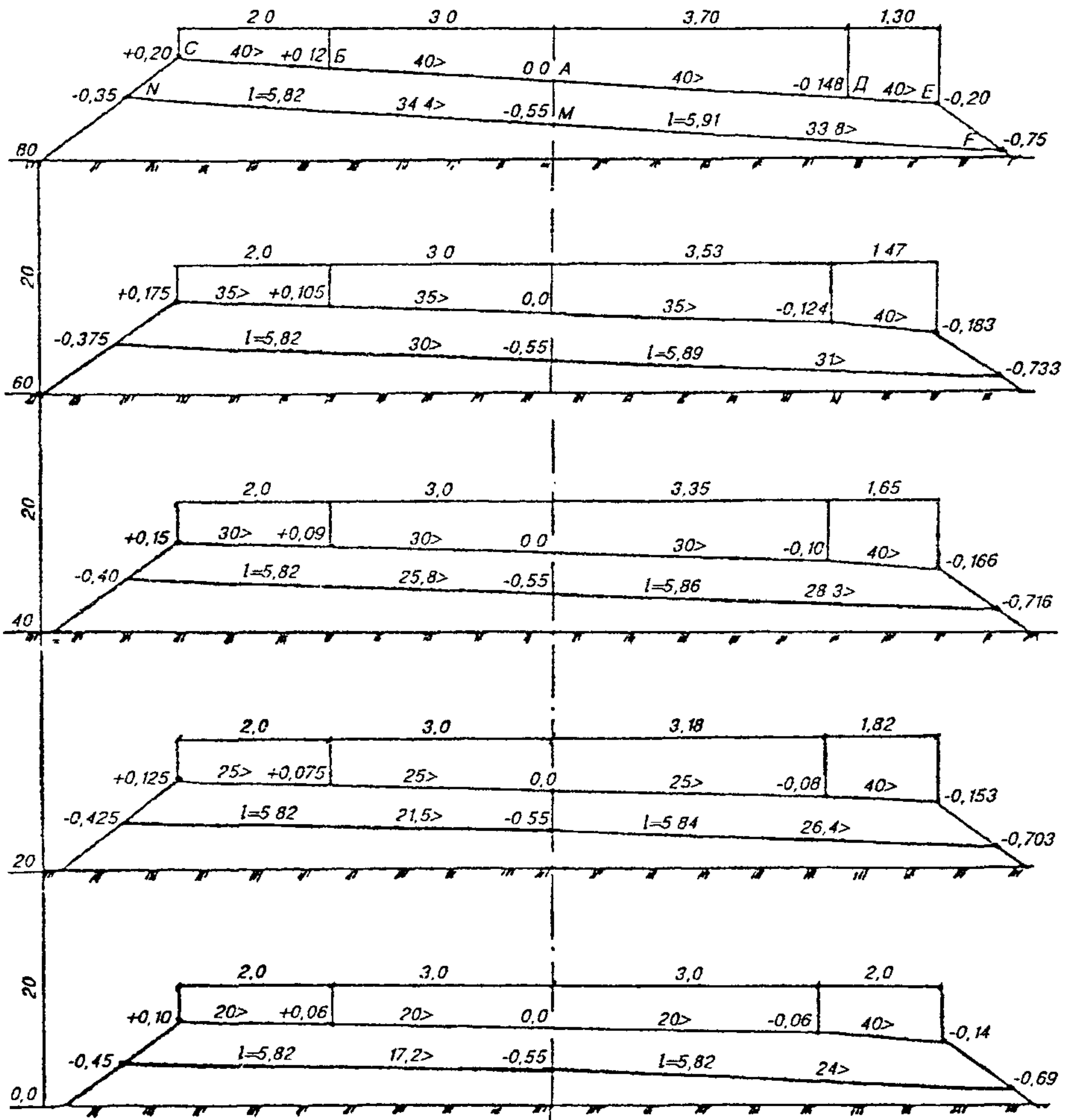


Две смежные кривые в плане обращены в одну сторону и прямая вставка между ними 100 м и менее или отсутствует.

Исходные данные:

R_1

$R=250$ м, $l_n=80$ м, $\Delta=0,70$ м, $B=10$ м, $b=6,0$ м, $a_o=2,0$ м,
 $h_{до}=0,55$ м, $h_o=0,14$ м, $i_{гр}=20\text{‰}$, $i_s=40\text{‰}$, $i_o=40\text{‰}$

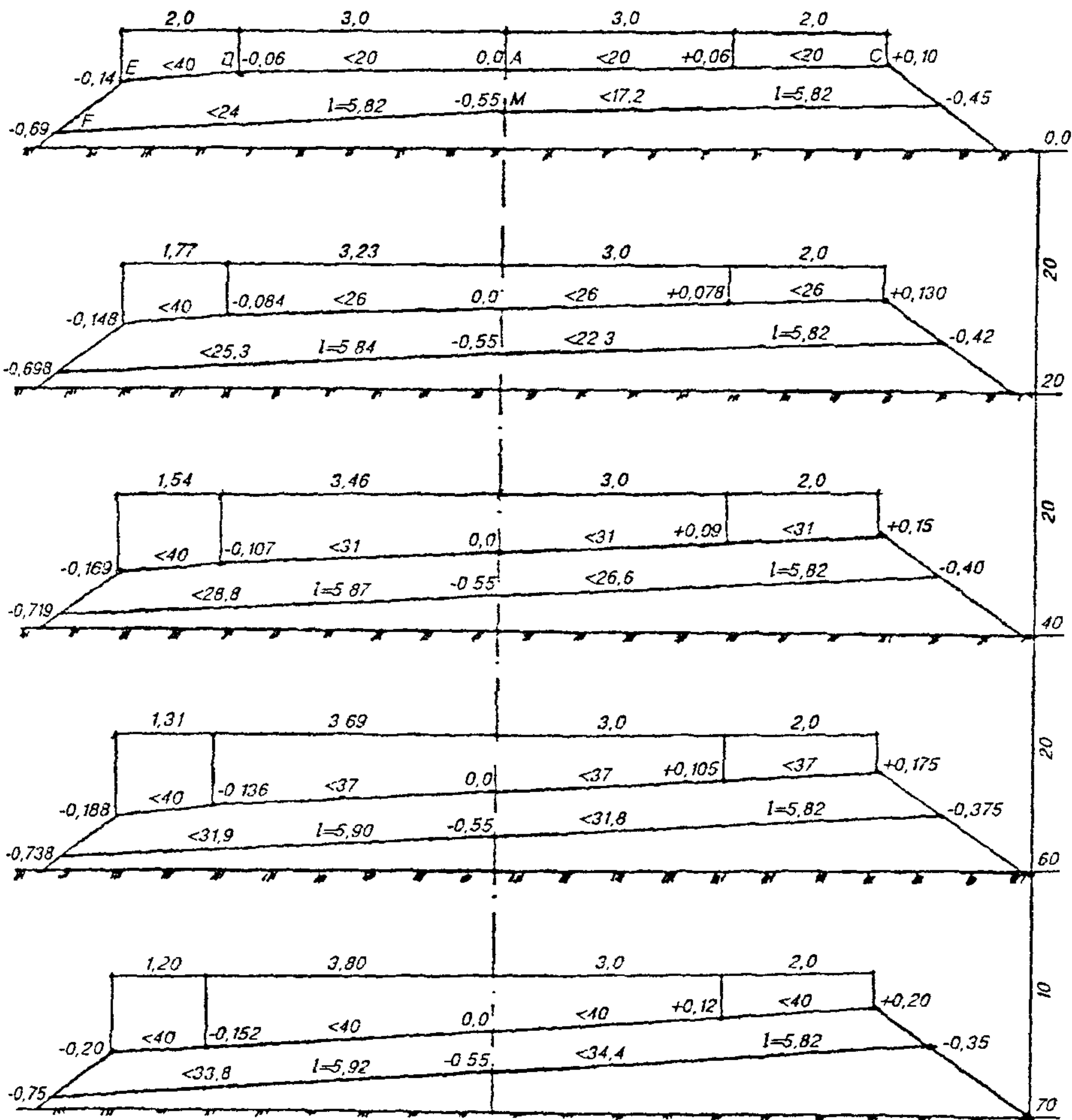


на дороге IV-б категории

Исходные данные:

R₂

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_{пр}=20‰, i_с=40‰, l_{пр}=40 м



Чертеж 9

Отгонную часть виража следует выполнять из дренирующих грунтов с K_{ϕ} более 1м/сут.

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

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

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

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										Длина отгона, <i>l</i> ₀ , м
	торможения <i>S</i> _т при продольном уклоне, ‰					разгона <i>S</i> _р при продольном уклоне, ‰					
	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, $N_c > 50$ 1-Б-1, $N_c < 50$	— —	— —
	II	—	2-А-1, $N_c \geq 200$ $N_{гп} + N_{в} \leq 8000$ 2-Б-1, $N_c < 200$ $N_{гп} + N_{в} \leq 8000$	— —	— —
	III	3-А-1, $N_{гп} + N_{в} \leq 8000$	—	3-Б-1, $N_c \geq 200$ $N_{гп} + N_{в} \leq 8000$ 3-В-1, $N_c < 200$ $N_{гп} + N_{в} \leq 8000$	3-Г-1
	IV, V, I-с, II-с	—	4-А-1, $N_{гп} + N_{в} \geq 2000$ 4-Б-1, $N_{гп} + N_{в} \geq 2000$	—	—
Примыкание	1-б	—	1-А-2, $N_c > 50$ 1-Б-2, $N_c < 50$	—	—
	II		2-А-2, $N_c \geq 200$ $N_{гп} + N_{в} \leq 8000$ 2-Б-2, $N_c < 200$ $N_{гп} + N_{в} \leq 8000$	—	—
	III	3-А-2, $N_c \geq 200$ $N_{гп} + N_{в} \leq 8000$	—	3-Б-2, $N_c \geq 200$ $N_{гп} + N_{в} \leq 8000$ 3-В-2, $N_c < 200$ $N_{гп} + N_{в} \leq 8000$	3-Г-2
	IV, V, I-с, II-с	—	4-А-2, $N_{гп} + N_{в} \geq 2000$ 4-Б-2, $N_{гп} + N_{в} \geq 2000$	—	—

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 пересечений и примыканий

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

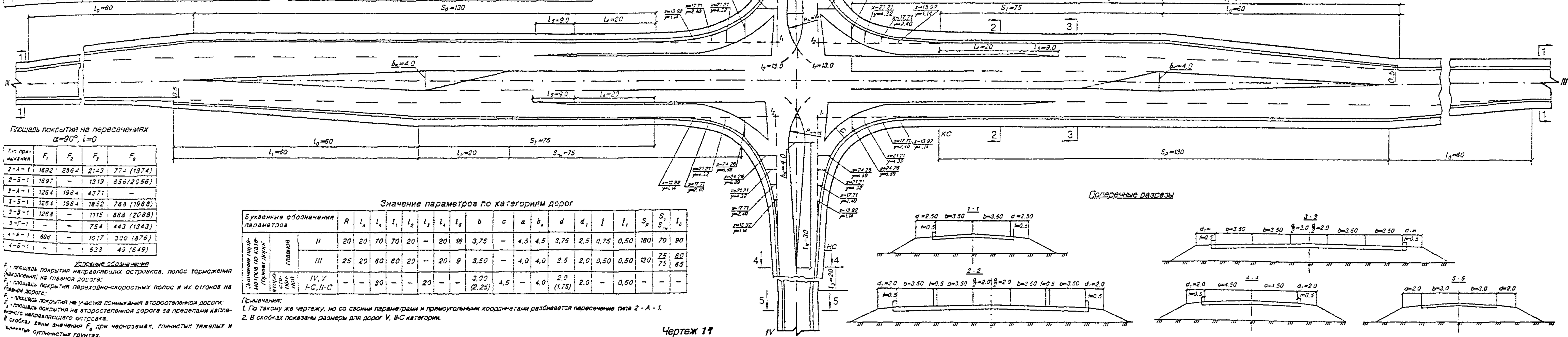
Категория главной дороги	Категория второстепенной дороги			
	III	IV, V, I-C, II-C	IV, I-C	V, II-C
I-б	-	1-А-2, $N_c \geq 50$ 1-Б-2, $N_c < 50$	-	-
II	-	2-А-2, $N_m + N_c \leq 8000$ $N_c \geq 200$ 2-Б-2, $N_m + N_c \leq 8000$ $N_c < 200$	-	-
III	3-А-2, $N_m + N_c \leq 8000$ $N_c \geq 200$	-	3-Б-2, $N_m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

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

Исходные данные:
 $\alpha = 90^\circ$, $R = 20$ м, $l_A = 20$ м, $T_c = 20 + 10,75 = 30,75$ м, $t_1 = t_2 = R_k - b_k : 2 = 15 - 4,2 = 10,8$ м

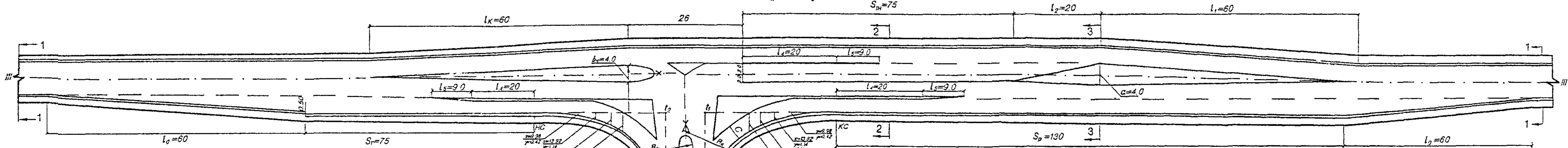
Формулы для определения величин t_1, t_2, p_1, p_2

$t_1 = R_k \cdot \frac{\alpha}{2} - b_{k1} \cdot 2 \sin \alpha - b_{k2} \cdot 2 \sin \alpha$	$t_1 = R_k - b_{k1} : 2$
$t_2 = R_k \cdot \frac{\alpha}{2} - \left(b - \frac{a}{2}\right) \cdot 2 \sin \alpha - b_{k2} \cdot 2 \sin \alpha$	$t_2 = R_k - b_{k2} : 2$
$p_1 = R_k \cdot \frac{\alpha}{2} - b_{k1} \cdot 2 \sin \alpha - b_{k2} \cdot 2 \sin \alpha$	$p_1 = R_k - b_{k1} : 2$
$p_2 = R_k \cdot \frac{\alpha}{2} + \left(b - \frac{a}{2}\right) \cdot 2 \sin \alpha - b_{k2} \cdot 2 \sin \alpha$	$p_2 = R_k + \left(b - \frac{a}{2}\right) : 2$
При $\alpha = 90^\circ$	При $\alpha = 90^\circ$

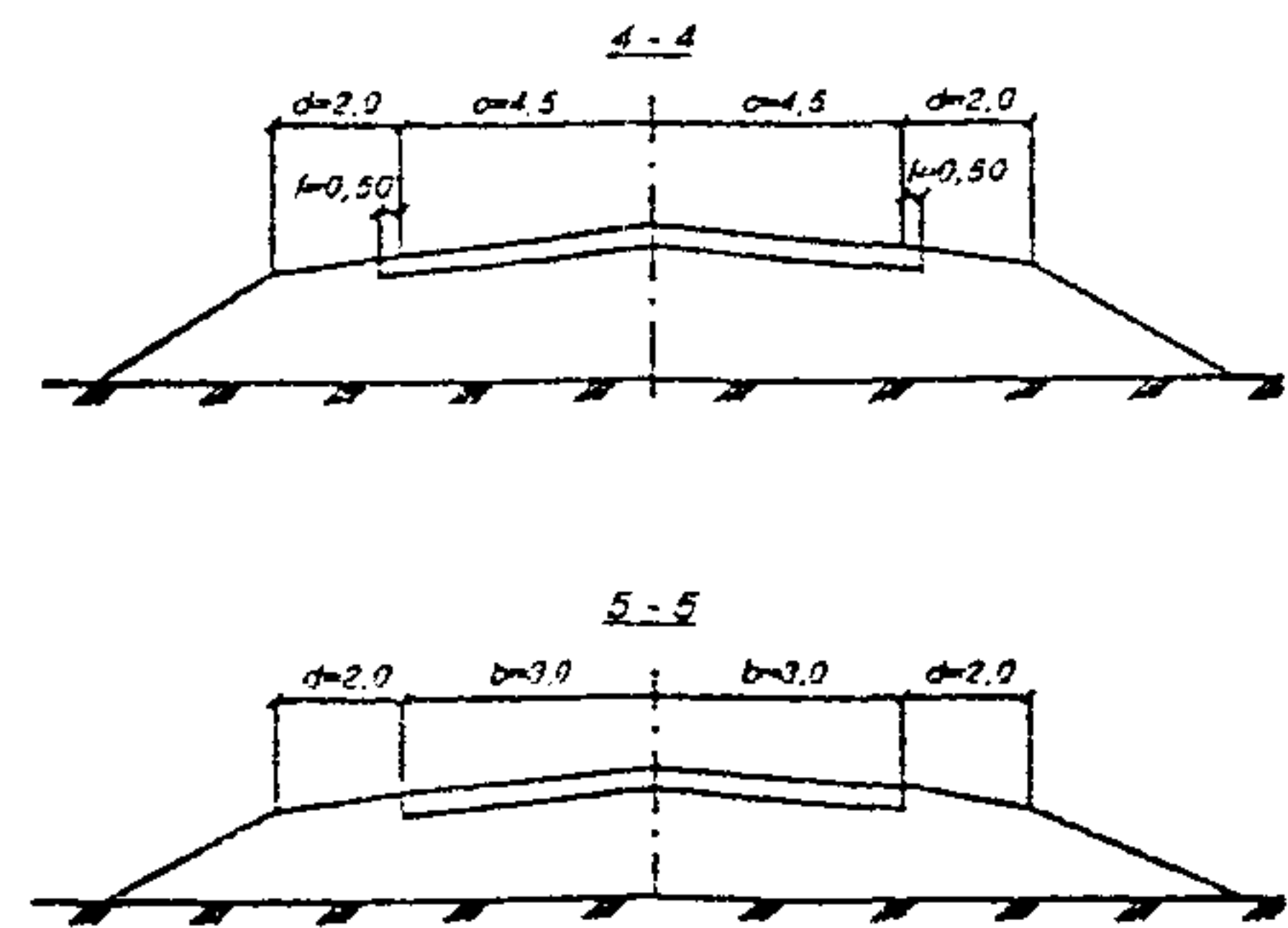
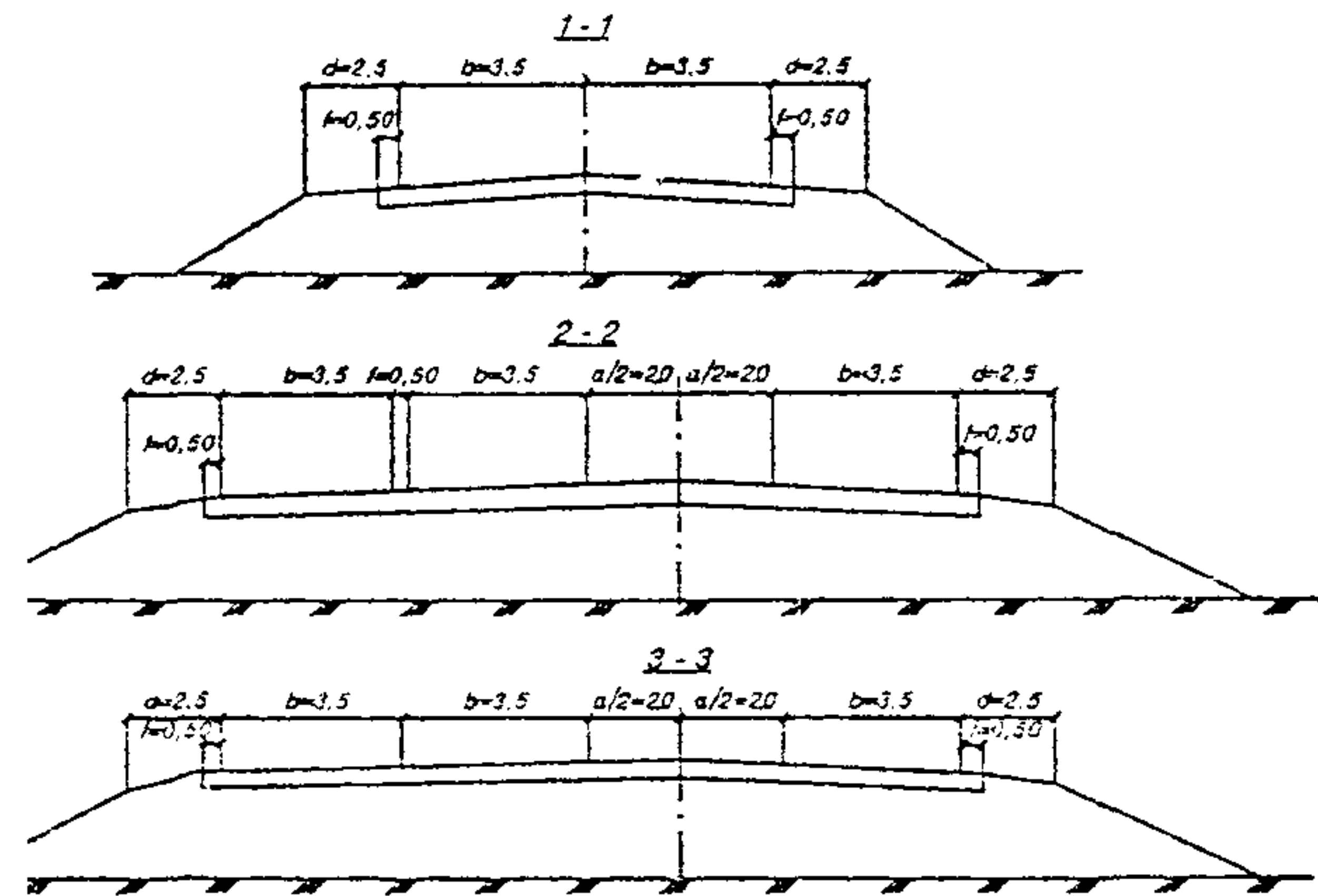


Примыкание с устройством переходно-скоростных полос на главной дороге типа 3-Б-2

Исходные данные:

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


Поперечные профили



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

Тип при- мечания	F_1	F_2	F_3	F_0
2-A-2	1062	1432	1059	367 (987)
2-B-2	1067	—	651	428 (1028)
3-A-2	804	982	2357	—
3-B-2	804	982	917	384 (984)
3-B-2	808	—	552	444 (1044)
3-Г-2	—	—	377	222 (672)
4-A-2	456	—	505	150 (438)
4-B-2	—	—	319	24 (324)

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

Значения параметров по категориям дорог

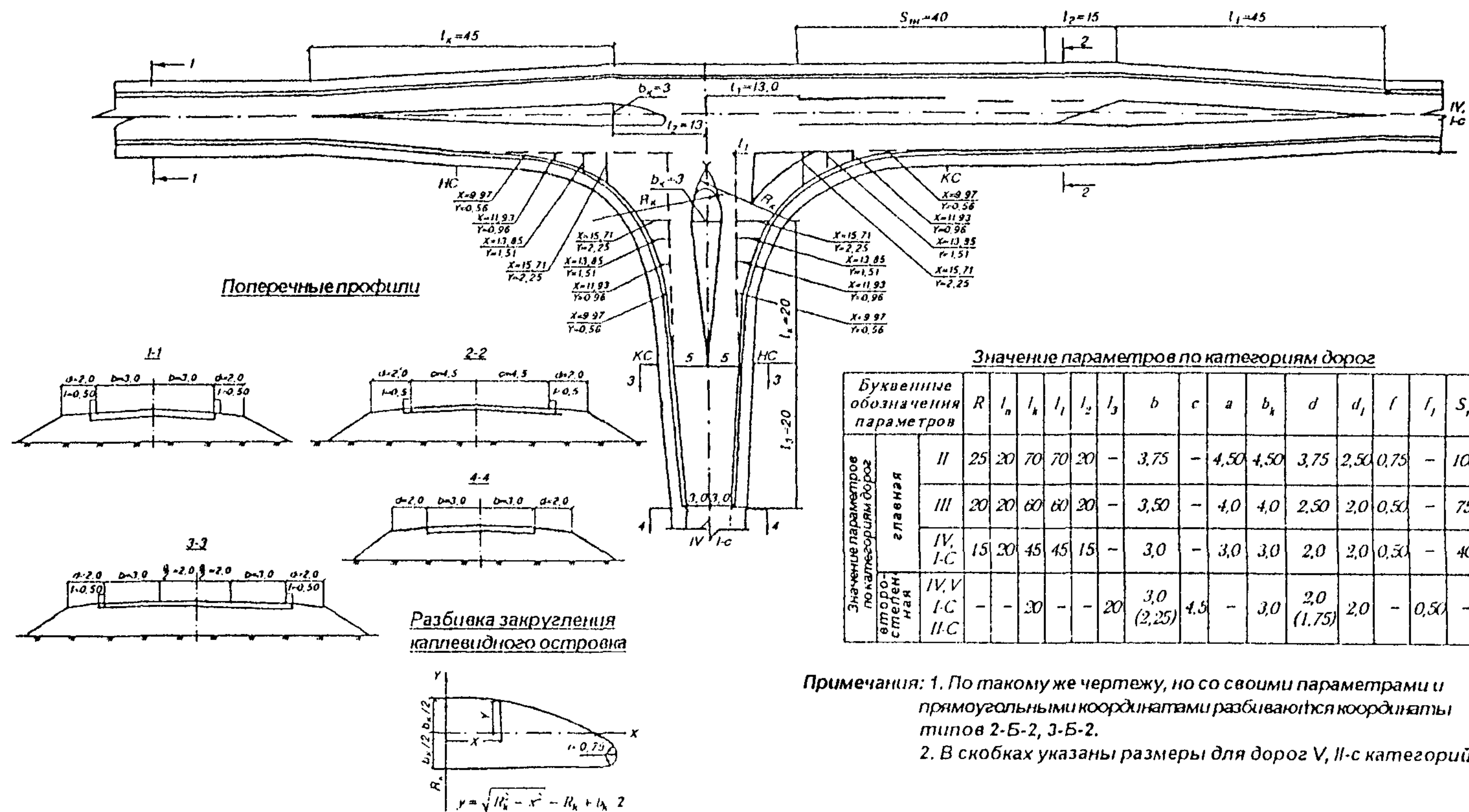
Буквенные обозначения параметров			<i>Я</i>	<i>l_н</i>	<i>l_к</i>	<i>l₁</i>	<i>l₂</i>	<i>l₃</i>	<i>l₄</i>	<i>l₅</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>a</i>	<i>b_к</i>	<i>d</i>	<i>d₁</i>	<i>l₁</i>	<i>l₂</i>	<i>S_н</i>	<i>S_{гн}</i>	<i>l₀</i>
Значения параметров по категориям дорог	главная	II	25	20	70	70	20	—	20	16	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
	второ-степенная	IV, V I-C, II-C	—	—	30	—	—	20	—	—	3,00 (2,25)	4,50	—	4,0	2,0 (1,75)	2,0	—	0,50	—	—	—

Примечания:

2. В скобках показаны размеры для дорог V, II-C категория.

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

Исходные данные:
 $\alpha=90^\circ$; $R=15$ м, $l_n=20$ м, $T_c=15+10,95=25,95$ м



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, $N_c \geq 100$ III-2-П, $N_c < 100$	III-3-П, $N_c \geq 100$ III-4-П, $N_c < 100$
	IV, I-с, V, II-с	—	IV-1-П, $N_c \geq 1000$ IV-2-П, $N_c < 1000$
Примыкание	I 7000	—	I-1-С, $N_c \geq 25$ I-2-С, $N_c < 25$
	II 3000	—	II-1-С, $N_c \geq 50$ II-2-С, $N_c < 50$
	III 1000	III-1-С, $N_c \geq 100$ III-2-С, $N_c < 100$	III-3-С, $N_c \geq 50$ III-4-С, $N_c < 50$
	IV, V, I-с, II-с	—	IV-1-С, $N_c \geq 1000$ 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, $l_n=20$ м; III категории $R=20$ м, $l_n=20$ м; IV, I-с, II-с, III-с категорий $R=15$ м, $l_n=20$ 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 (ΔT , $\Delta Б$).

Сопряжение пересечений автомобильных дорог IV, V, I-C, II-C категориями 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

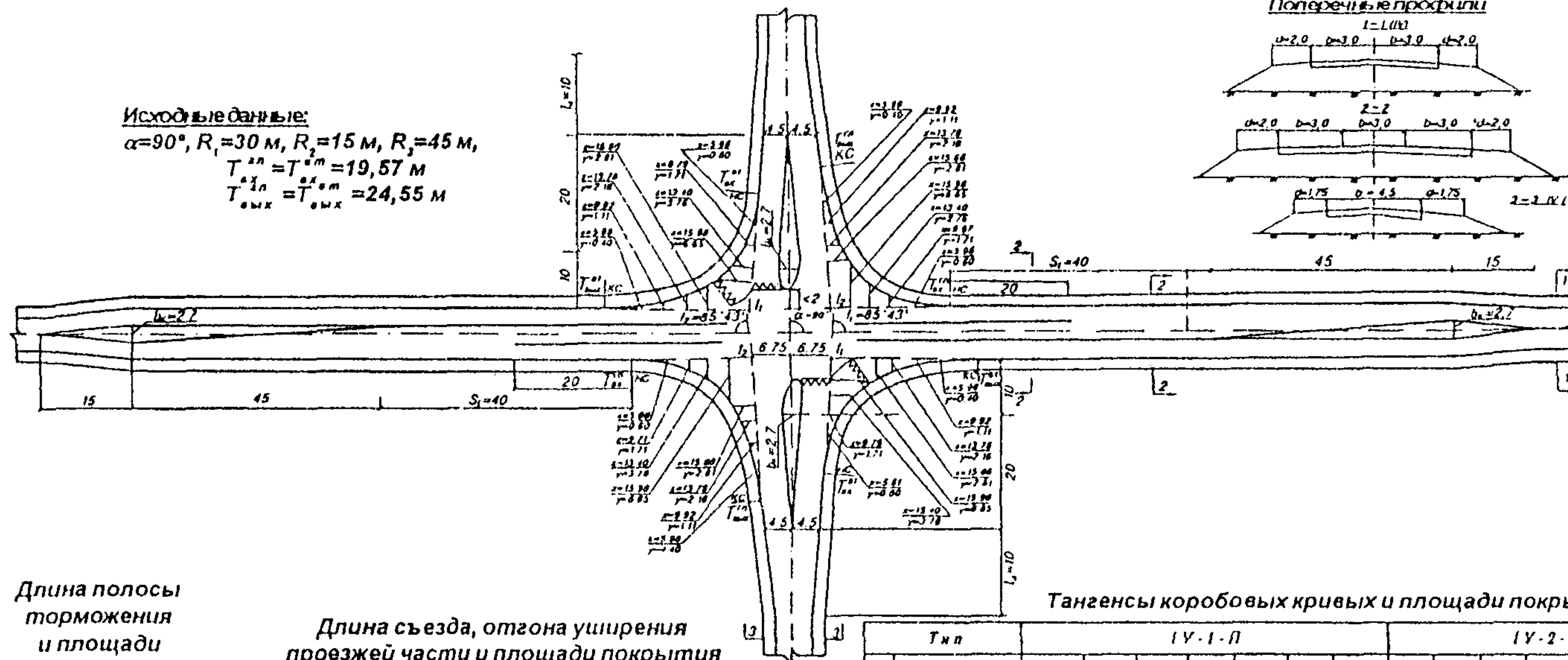
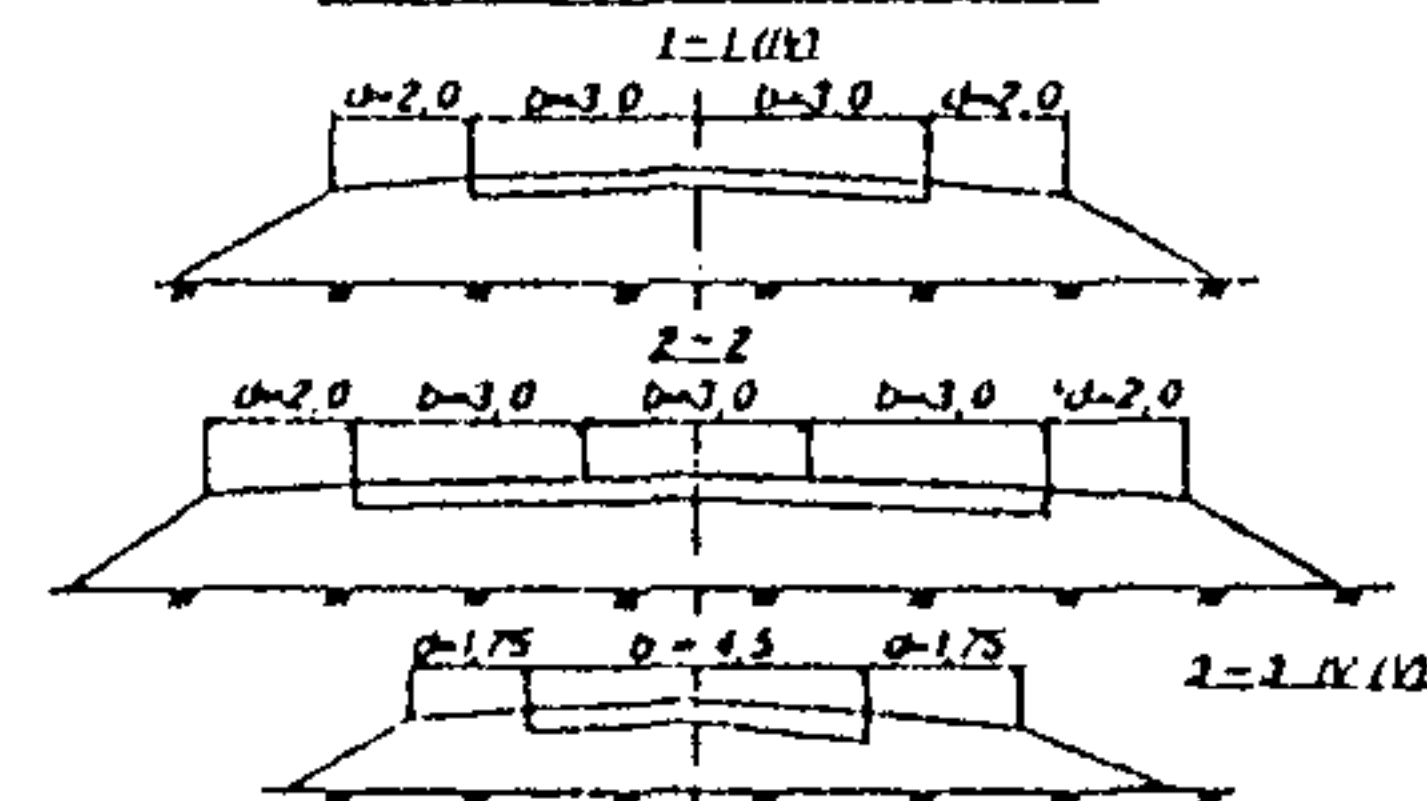
Исходные данные:

$\alpha=90^\circ$, $R_1=30$ м, $R_2=15$ м, $R_3=45$ м,

$T_{ан}^{ан} = T_{ам}^{ам} = 19,57$ м

$T_{амх}^{ан} = T_{амх}^{ам} = 24,55$ м

Поперечные профили



Длина полосы
торможения
и площади
покрытия

Продольный уклон, %	Расчетная скорость 30 км/ч	
	$S_{т.м}$	$F_{т.м^2}$
-40	50	638
-20	45	608
0	40	578
+20	35	548
+40	30	518

Длина съезда, отгона уширения
проезжей части и площади покрытия

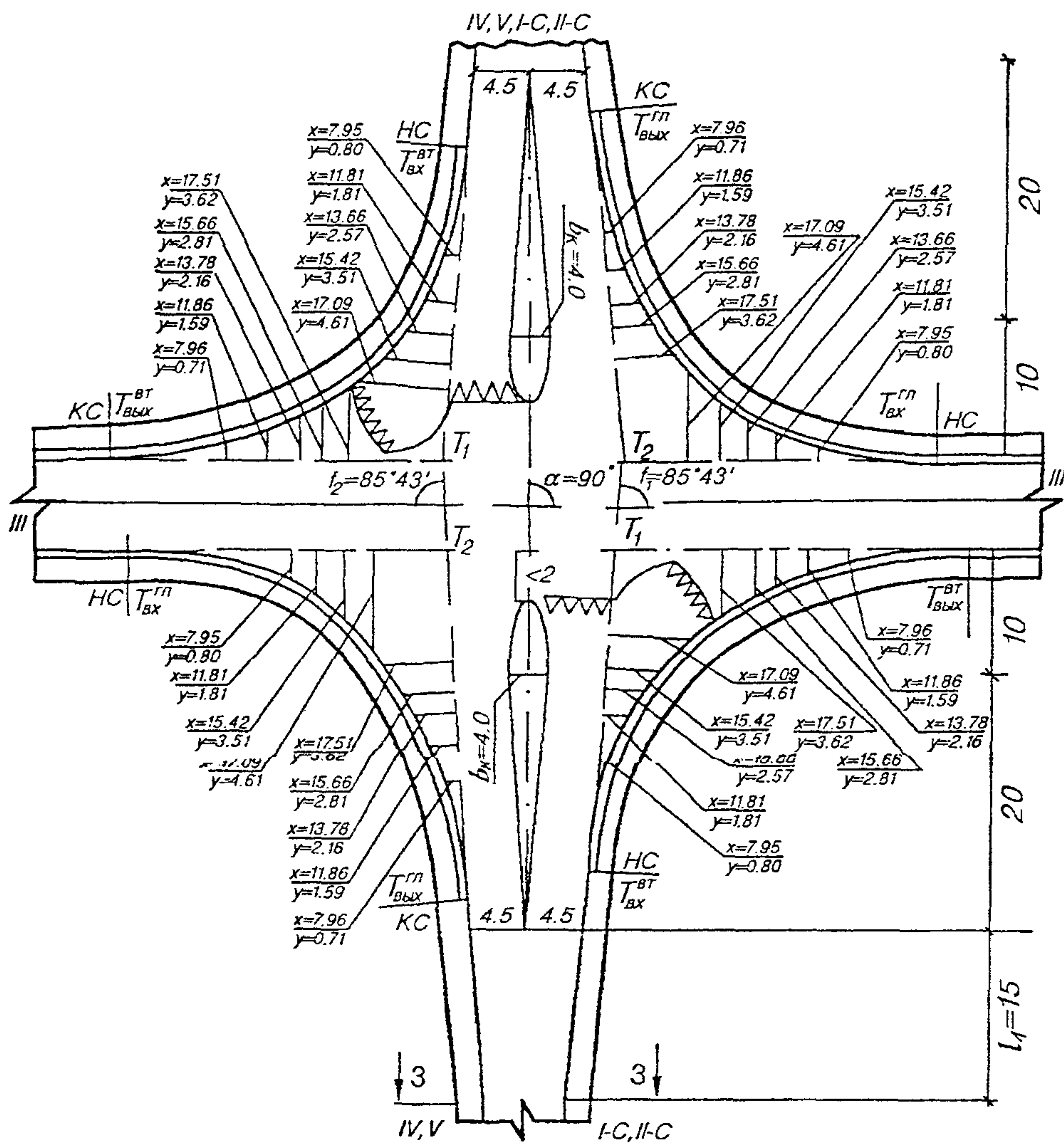
Тип		IV - 1 - П				IV - 2 - П			
Грунт земляного полотна	Длина, м	Категория второстепенной дороги							
		IV, $l_1=15$ м		V, $l_1=20$ м		IV		V	
		$F_{т. м^2}$	$F_{о. м^2}$	$F_{т. м^2}$	$F_{о. м^2}$	$F_{т. м^2}$	$F_{о. м^2}$	$F_{т. м^2}$	$F_{о. м^2}$
Песчаный, супесча- ный	50	675	285	675	270	312	288	234	216
Легкий суглинок	100	675	385	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°
		55°43'	65°43'	75°43'	85°43'	95°43'	105°43'	115°43'	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°
		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	Т _{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
			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
	второстепенной	Т _{вх}	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
			1,64	13,32	17,27	19,57	22,33	25,71	30,00	14,34	16,12	18,22	20,69	23,68	27,42
Площади, м ²		F_1	586	500	452	428	453	503	591	—	—	—	—	—	—
		F_2	—	—	—	—	—	—	—	509	415	364	348	364	509

Чертеж 14

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



Исходные данные:

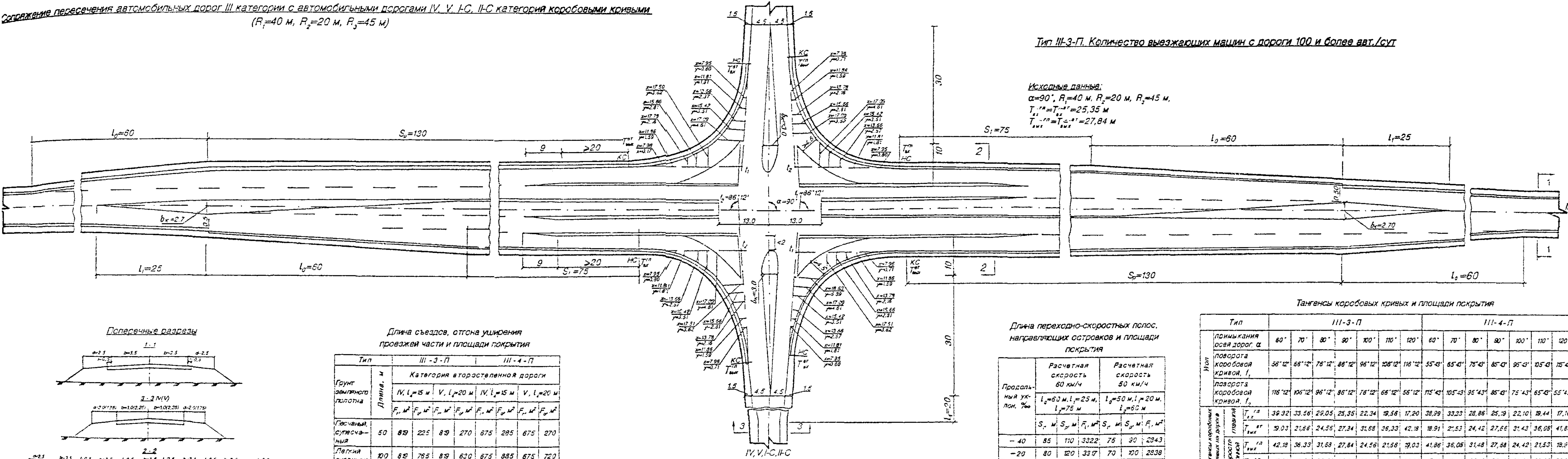
$$\alpha=90^\circ, R_1=40 \text{ м}, R_2=20 \text{ м}, R_3=45 \text{ м},$$

$$T_{\text{вх}}^{\text{гл}}=T_{\text{вх}}^{\text{вт}}=2519 \text{ м}$$

$$T_{\text{вых}}^{\text{гл}}=T_{\text{вых}}^{\text{вт}}=2784 \text{ м}$$

Чертеж 15

Сопрежение пересечения автомобильных дорог III категории с автомобильными дорогами IV, V, I-C, II-C категория коробовыми кривыми
($R_1=40$ м, $R_2=20$ м, $R_3=45$ м)



Тип III-3-П. Количество выезжающих машин с дороги 100 и более авт./сут

Исходные данные:
 $\alpha=90^\circ$, $R_1=40$ м, $R_2=20$ м, $R_3=45$ м,
 $T_{1-1}^{\text{кр}}=T_{2-2}^{\text{кр}}=25,35$ м
 $T_{3-3}^{\text{кр}}=T_{4-4}^{\text{кр}}=27,84$ м

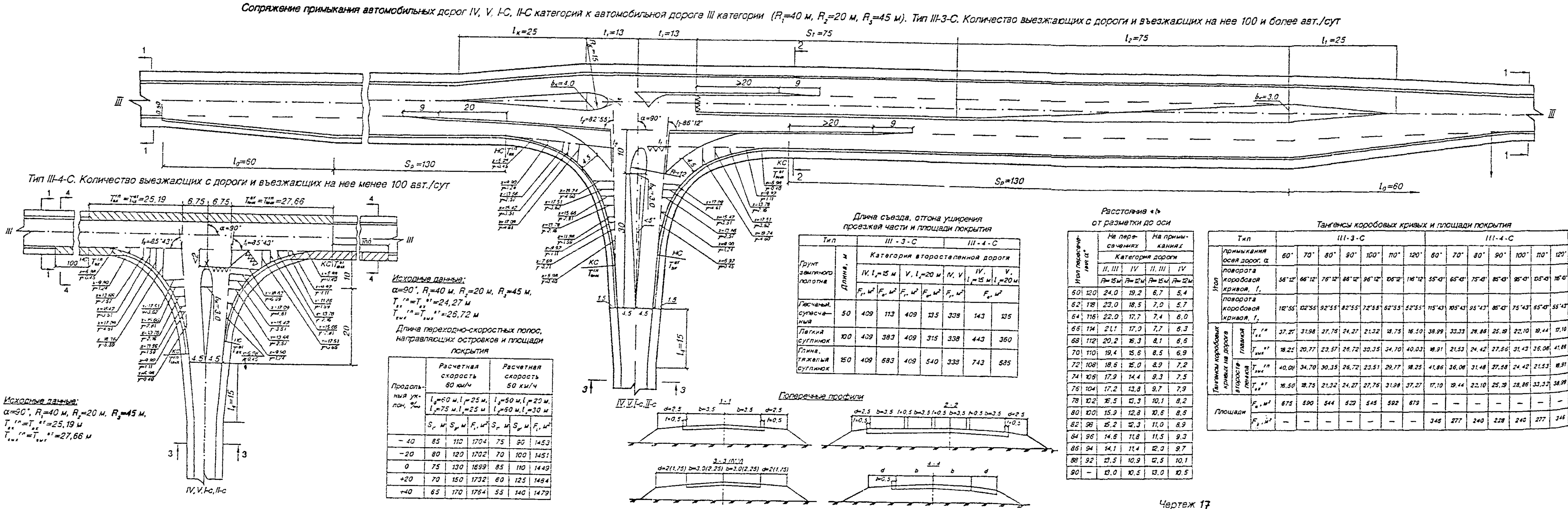
Длина переходно-скоростных полос, направляющих островков и площади покрытия

Продольная уклон. %	Расчетная скорость 60 км/ч			Расчетная скорость 50 км/ч		
	$l_2=60 \text{ м}, l_1=25 \text{ м}, l_3=75 \text{ м}$			$l_2=50 \text{ м}, l_1=20 \text{ м}, l_3=60 \text{ м}$		
	$S_p, \text{ м}$	$S_{p^2}, \text{ м}^2$	$F_1, \text{ м}^2$	$S_p, \text{ м}$	$S_{p^2}, \text{ м}^2$	$F_1, \text{ м}^2$
-40	85	110	3322	75	30	2343
-20	80	120	3377	70	20	2838
0	75	130	3312	65	110	2833
+20	70	150	3377	60	25	2863
+40	65	170	3442	55	140	2893

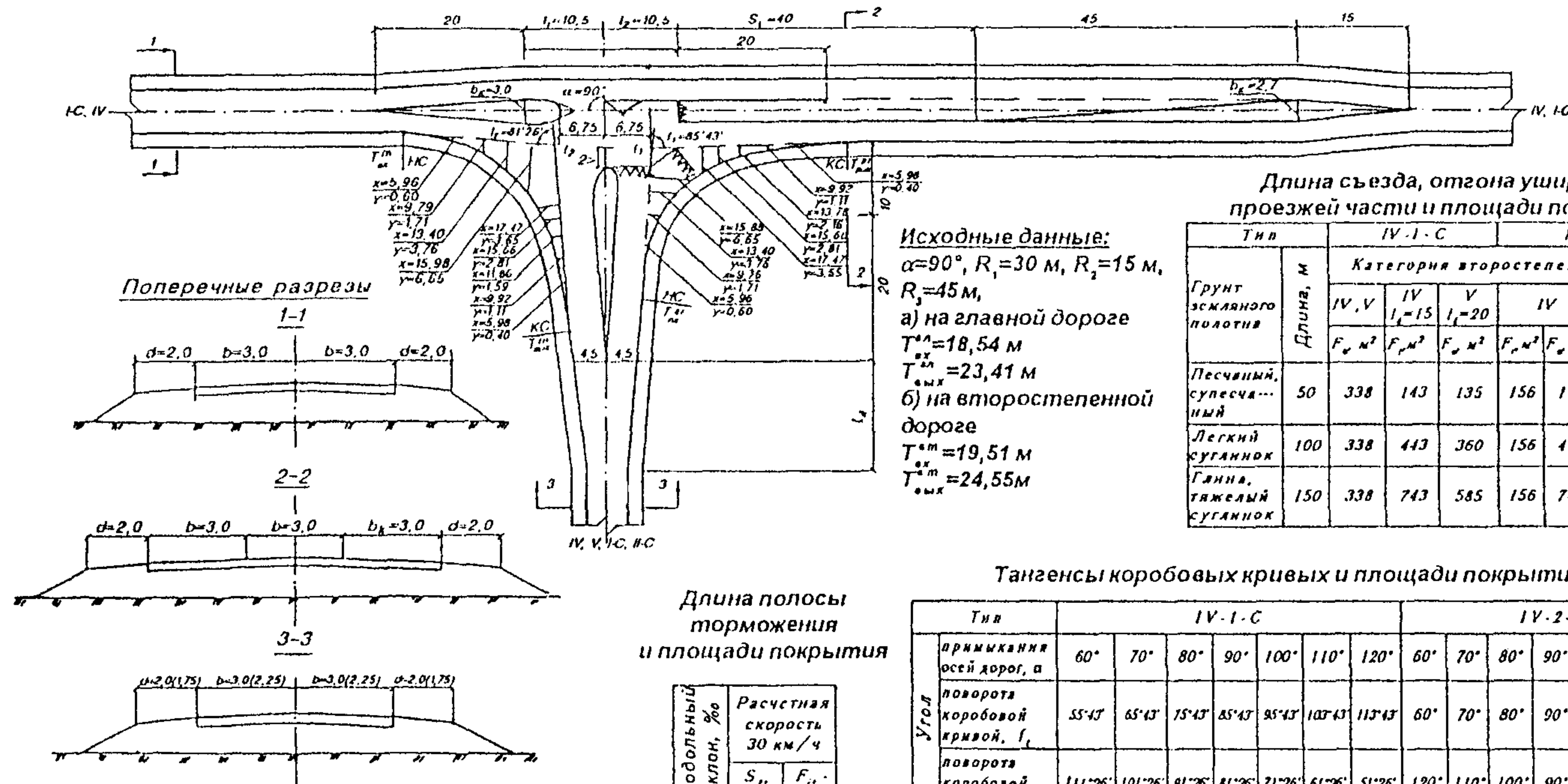
Тангенсы коробовых кривых и площади покрытия

Тип		III-3-П						III-4-П							
Угол	примыкания осев дорог, α	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°	60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°
	поворота коробовой кривой, β_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, β_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 кривых на длину путь в тангенс	$T_{1-1}^{\text{кр}}$	39,32	33,56	29,05	25,35	22,34	19,56	17,20	38,99	33,23	28,86	25,39	22,10	19,44
	$T_{2-2}^{\text{кр}}$	39,03	21,56	24,55	27,34	31,68	36,33	42,18	18,91	21,53	24,42	27,66	31,43	36,08	41,86
	$T_{3-3}^{\text{кр}}$	42,19	36,33	31,68	27,34	24,56	21,56	19,03	41,86	36,08	31,48	27,68	24,42	21,53	19,21
	$T_{4-4}^{\text{кр}}$	17,20	19,56	22,24	25,35	29,05	33,58	39,32	17,10	19,44	22,10	25,39	28,86	33,33	38,99
Площади	$F_{\alpha}, \text{м}^2$	1524	1307	1178	1118	1160	1186	1333	—	—	—	—	—	—	—
	$F_{\beta}, \text{м}^2$	—	—	—	—	—	—	—	692	555	481	457	481	555	692

Чертеж 16



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



Исходные данные:
 $\alpha=90^\circ$, $R_1=30$ м, $R_2=15$ м,
 $R_3=45$ м,
 а) на главной дороге
 $T_{\text{гл}}^{\text{м}}=18,54$ м
 $T_{\text{гл}}^{\text{мх}}=23,41$ м
 б) на второстепенной
 дороге
 $T_{\text{вт}}^{\text{м}}=19,51$ м
 $T_{\text{вт}}^{\text{мх}}=24,55$ м

Длина съезда, отгона уширения
 проезжей части и площади покрытия

Тип		IV-1-С			IV-2-С				
Грунт засляного полотня	Длина, м	Категория второстепенной дороги							
		IV, V		IV		IV		V	
		$I_1=15$	$I_1=20$						
		$F_{\text{в}}, \text{м}^2$	$F_{\text{г}}, \text{м}^2$	$F_{\text{в}}, \text{м}^2$	$F_{\text{г}}, \text{м}^2$	$F_{\text{в}}, \text{м}^2$	$F_{\text{г}}, \text{м}^2$	$F_{\text{в}}, \text{м}^2$	$F_{\text{г}}, \text{м}^2$
Песчаный, супесча... ный	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	
	$S_{\text{т}}, \text{м}$	$F_{\text{т}}, \text{м}^2$
-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°	
		55°43'	65°43'	75°43'	85°43'	95°43'	105°43'	115°43'		60°	70°	80°	90°	100°	110°	120°	
		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 второсте- пенной главной дороге	главной дороги	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		
		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		
		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	$F_{\text{в}}, \text{м}^2$	272	232	212	207	217	244	252	—	—	—	—	—	—	—	—	
	$F_{\text{г}}, \text{м}^2$	—	—	—	—	—	—	—	255	207	182	174	182	207	255		

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

Чертеж 18

3. «Суммированные» элементы кривой T_c , K_c , D_c , B_c находят по формулам: $T_c = T + \Delta T$; $K_c = K + I_n$; $D_c = D + \Delta D$; $B_c = B + \Delta B$.

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. $R=15$ м, $I_n=20$ м, $\alpha_1=75^\circ$, $\alpha_2=105^\circ$

Решение

1. $\alpha_1=75^\circ$

По табл. 1.1. $T_1=76,73 \cdot \frac{15}{100}=11,51$ м,

$$D_1=22,56 \cdot \frac{15}{100}=3,38 \text{ м,}$$

$$K_1=130,9 \cdot \frac{15}{100}=19,63 \text{ м,}$$

$$B_1=26,04 \cdot \frac{15}{100}=3,90 \text{ м.}$$

Проверка: $D=2 \cdot T_1 - K_1=2 \cdot 11,51 - 19,63=3,38$ м.

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

$$\Delta B=(1,34+1,39):2=1,37 \text{ м,}$$

$$\Delta D=2 \cdot \Delta T - I_n=2 \cdot 10,68 - 20=1,36 \text{ м.}$$

$$T_{c1}=T + \Delta T=11,51+10,68=22,19 \text{ м,}$$

$$K_{c1}=K + I_n=19,63+20=39,63 \text{ м.}$$

$$D_{c1}=D + \Delta D=3,38+1,36=4,74 \text{ м.}$$

$$B_{c1}=B + \Delta B=3,90+1,36=5,26 \text{ м.}$$

Проверка: $D_c=2 \cdot T_{c1} - K_{c1}=2 \cdot 22,19 - 39,63=4,75$ м.

2. $\alpha_2=180^\circ-75^\circ=105^\circ$, $R=15$ м, $I_n=20$ м.

По табл. 1.1. $T_2=130,32 \cdot \frac{15}{100}=19,55$ м;

$$K_2=183,36 \cdot \frac{15}{100}=27,49 \text{ м;}$$

$$D_2=77,38 \cdot \frac{15}{100}=11,61 \text{ м;}$$

$$B_2=0,6426 \cdot \frac{15}{100}=9,64 \text{ м.}$$

Проверка: $D_2=2 \cdot T_2 - K_2=2 \cdot 19,55 - 27,49=11,61$ м.

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

$$\Delta B=(1,70+1,91):2=1,8 \text{ м;}$$

$\Delta D = 2 \cdot 1,28 = 2,56 \text{ м,}$
 $\Delta K = I_{\pi} = 20 \text{ м;}$
 $T_{c2} = T_2 + \Delta T = 19,55 + 11,28 = 30,83 \text{ м;}$
 $K_{c2} = K_2 + \Delta K = 27,49 + 20 = 47,49 \text{ м.}$
 $D_{c2} = D_2 + \Delta D = 11,61 + 2,56 = 14,17 \text{ м.}$
 $B_{c2} = B_2 + \Delta B = 9,64 + 1,80 = 11,44 \text{ м.}$

Проверка: $D_{c2} = 2 \cdot T_{c2} - K_{c2} = 2 \cdot 30,83 - 47,49 = 14,17 \text{ м.}$

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

К	Х	У	К	Х	У
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 T_{c1} (T_{c2}), получают начало (НС) и конец (КС) сопряжения.

6. По прямоугольным координатам X_n , Y_n 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 $R_1=40 \text{ м, } R_2=20 \text{ м, } R_3=60 \text{ м;}$ дороги IV, V, I–с, II–с и III категории радиусами $R_1=40 \text{ м, } R_2=20 \text{ м, } R_3=45 \text{ м,}$ дороги IV, V, I–с, II–с категорий сопрягаются между собой радиусами $R_1=30 \text{ м, } R_2=15 \text{ м, } R_3=45 \text{ м.}$

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 $T_{вх}^{гл}, T_{вых}^{гл}$ для транспорта съезжающего с главной дороги, а от точки t_2 – второстепенные $T_{вх}^{вт}, T_{вых}^{вт}$ 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. $\alpha_1=80^\circ$, $T_{вх}^{гл}=18,22$ м, $T_{вых}^{гл}=23,05$ м. (по табл. 1.5).

$\alpha_2=180-80=100^\circ$, $T_{вх}^{вт}=23,68$ м, $T_{вых}^{вт}=28,97$ м.

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

Расстояние по кривой сопряжения	$T_{вх}^{гл}, T_{вх}^{вт}; R_1=30$ м, $R_2=15$ м		$T_{вых}^{гл}, T_{вых}^{вт}; R_2=15$ 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. $\alpha_1=\alpha_2=90^\circ$, $R_1=30$ м, $R_2=15$ м, $R_3=45$ м.

$T_{вх}^{гл}=T_{вых}^{вт}=20,69$ м, $T_{вых}^{гл}=T_{вх}^{вт}=25,77$ 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 $\Delta T, \Delta B$ (табл. 1.2).

2.3. Определяют «суммированные» элементы горизонтальной кривой T_c, K_c, D_c, B_c .

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

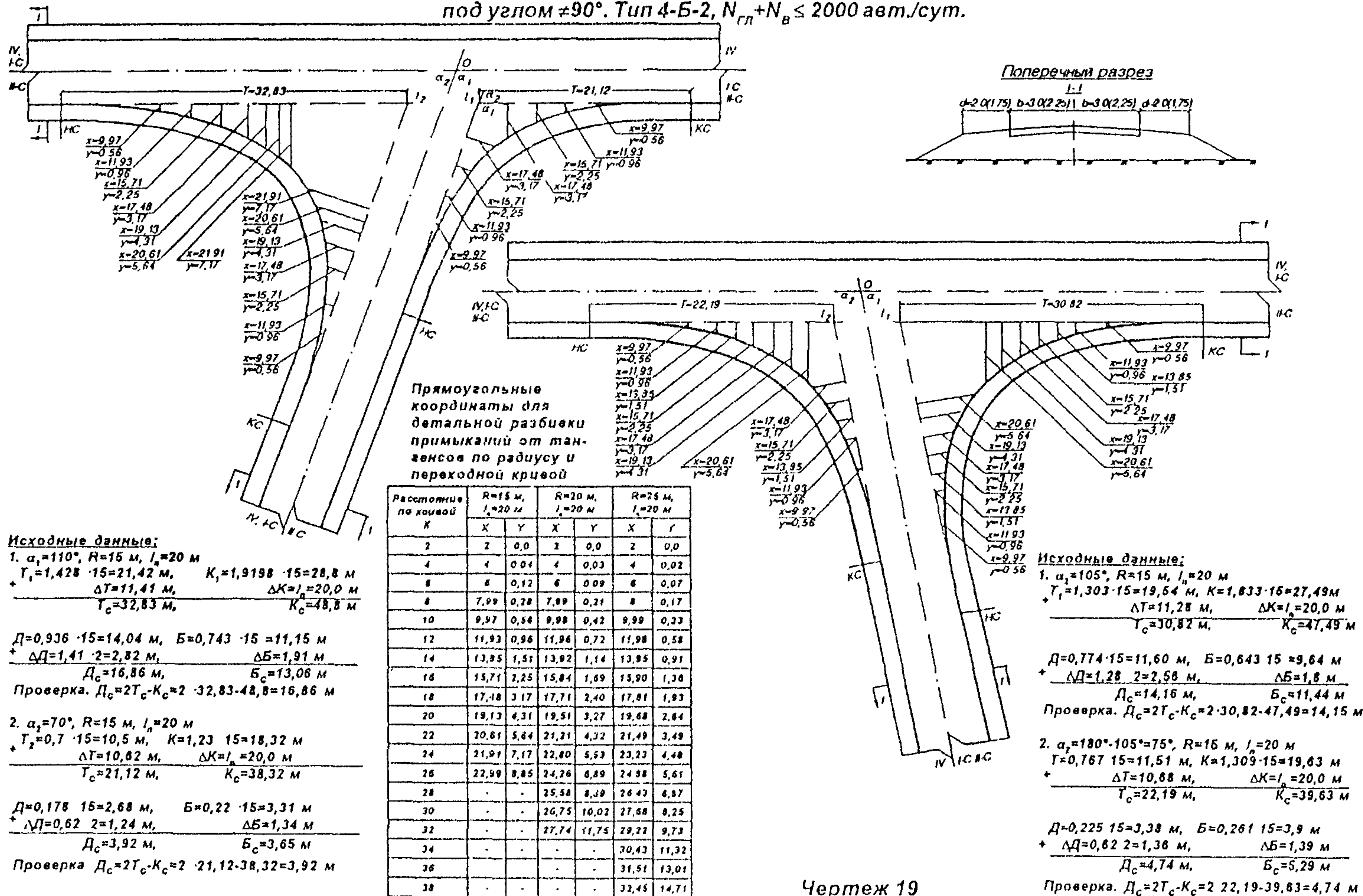
б) примыкание

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 $\Delta T, \Delta B$ (табл. 1.2).

2.7. Определяют «суммированные» элементы сопряжения горизонтальной кривой $T_{c1}, T_{c2}, K_{c1}, K_{c2}$ и т. д.

Сопряжение примыканий автомобильных дорог IV, V, I-C, II-C категорий в одном уровне
под углом $\neq 90^\circ$. Тип 4-Б-2, $N_{гп} + N_{в} \leq 2000$ авт./сут.



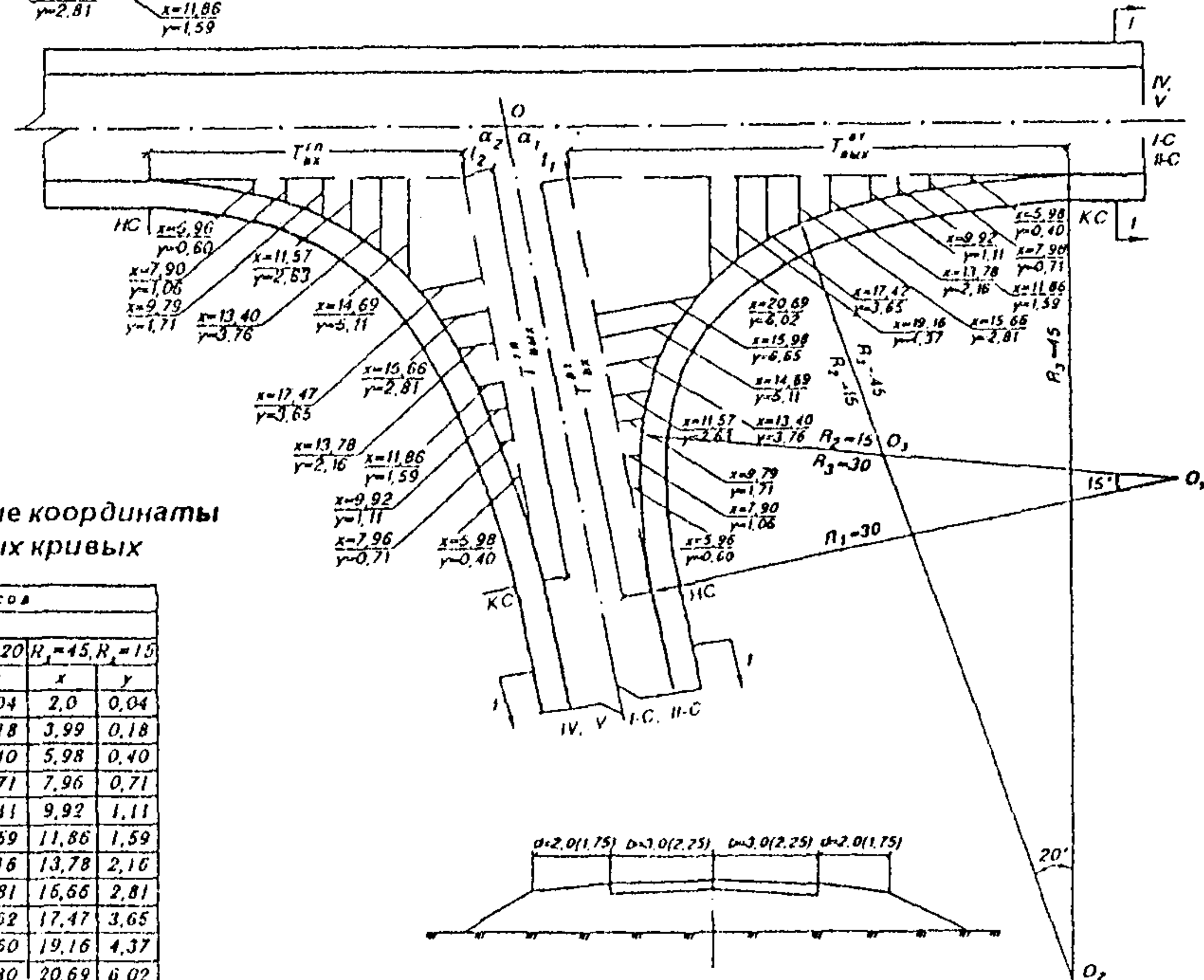
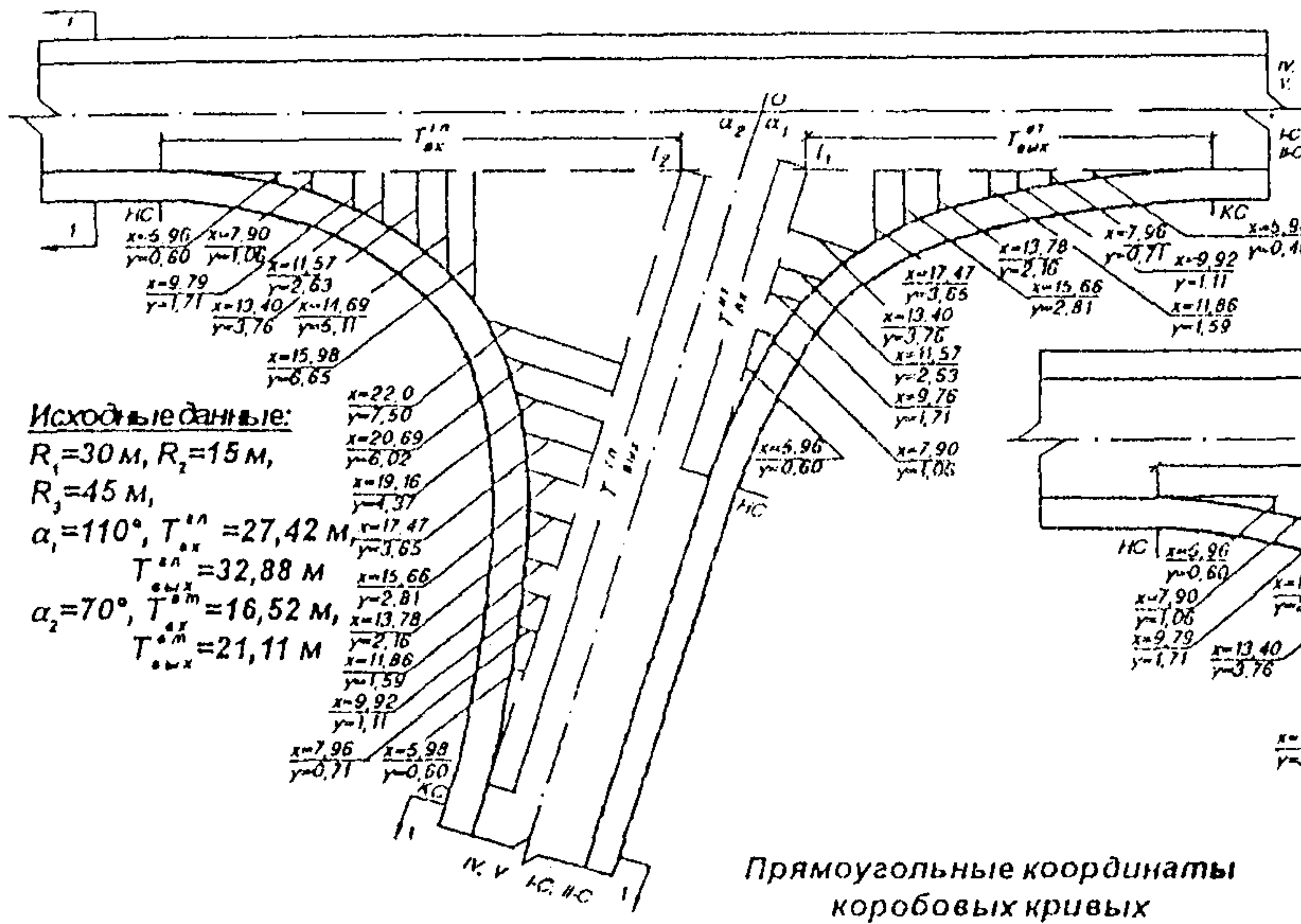
Чертеж 19

Сопряжение примыканий автомобильных дорог IV, V, I-C, II-C категорий под углом $\neq 90^\circ$ коробовыми кривыми.

Тип IV-2-C

Исходные данные:

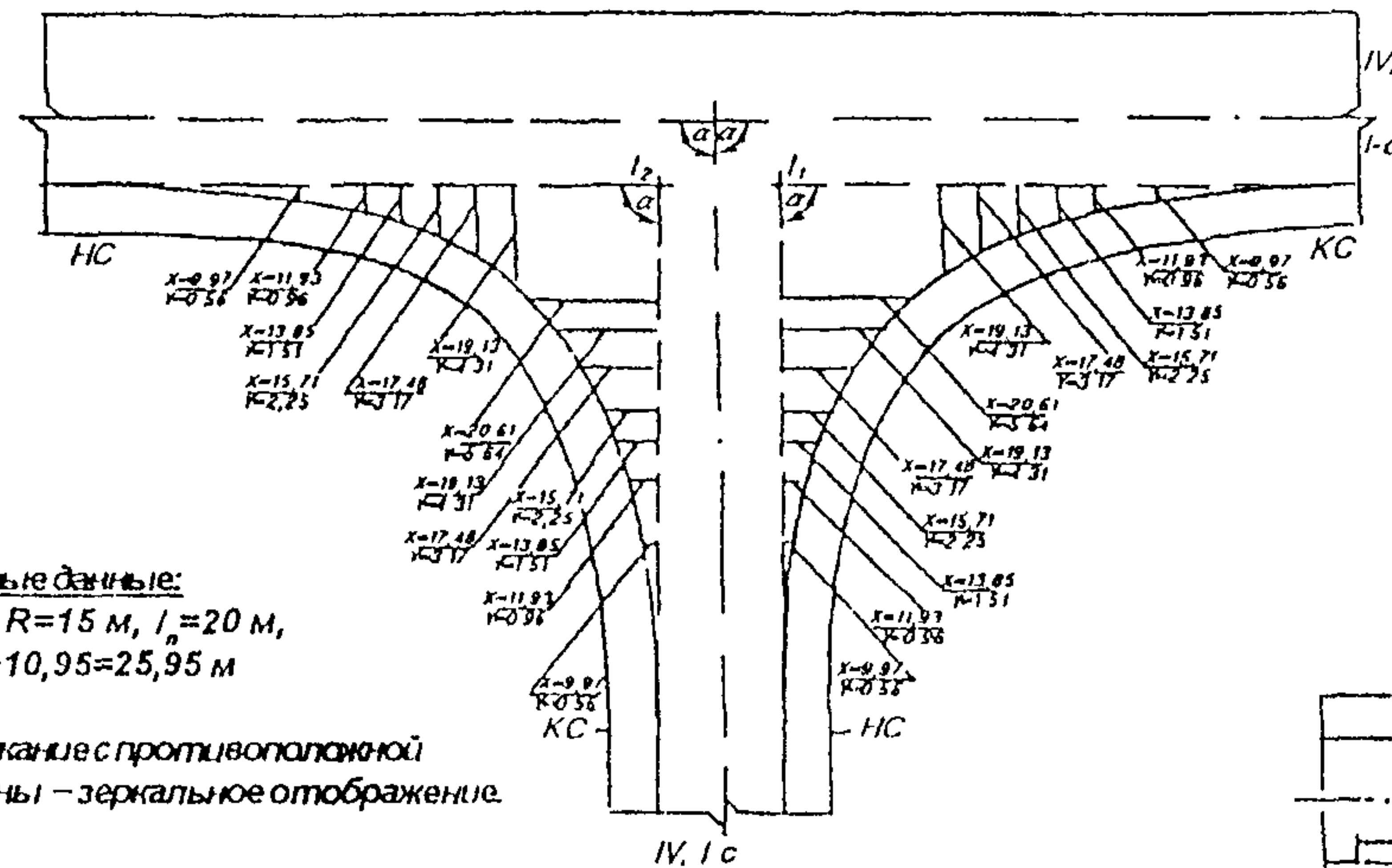
$\alpha_1=80^\circ$, $R_1=30$ м, $R_2=15$ м, $R_3=45$ м, $T_{ax}^{an}=18,22$ м, $T_{ax}^{an}=23,05$ м
 $\alpha_2=100^\circ$, $T_{ax}^{am}=23,62$ м, $T_{ax}^{am}=28,47$ м



Длина кривой, м	От входных тангенсов						От выходных тангенсов							
	Радиусы сопряжений, м													
	$R_1=50, R_2=25$		$R_1=40, R_2=20$		$R_1=30, R_2=15$		$R_1=60, R_2=20$		$R_1=45, R_2=25$		$R_1=45, R_2=20$		$R_1=45, R_2=15$	
	х	у	х	у	х	у	х	у	х	у	х	у	х	у
2,0	2,0	0,04	2,0	0,05	2,0	0,07	2,0	0,03	2,0	0,04	2,0	0,04	2,0	0,04
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	7,95	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

А. Переходными кривыми



Исходные данные:

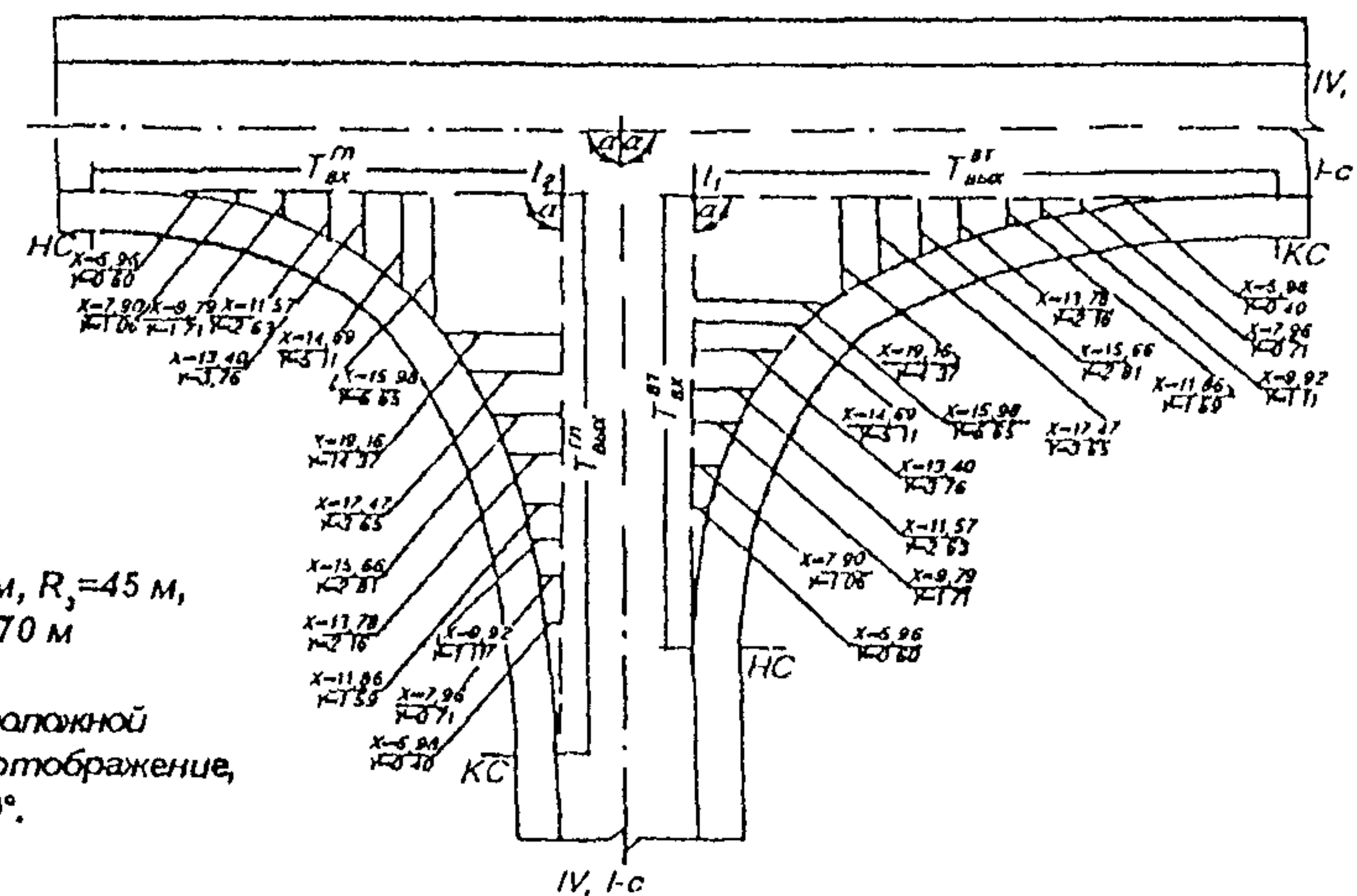
$\alpha=90^\circ$, $R=15$ м, $l_n=20$ м,

$T_c=15+10,95=25,95$ м

Примыкание с противоположной стороны – зеркальное отображение.

Чертеж 21

Б. Коробовыми кривыми



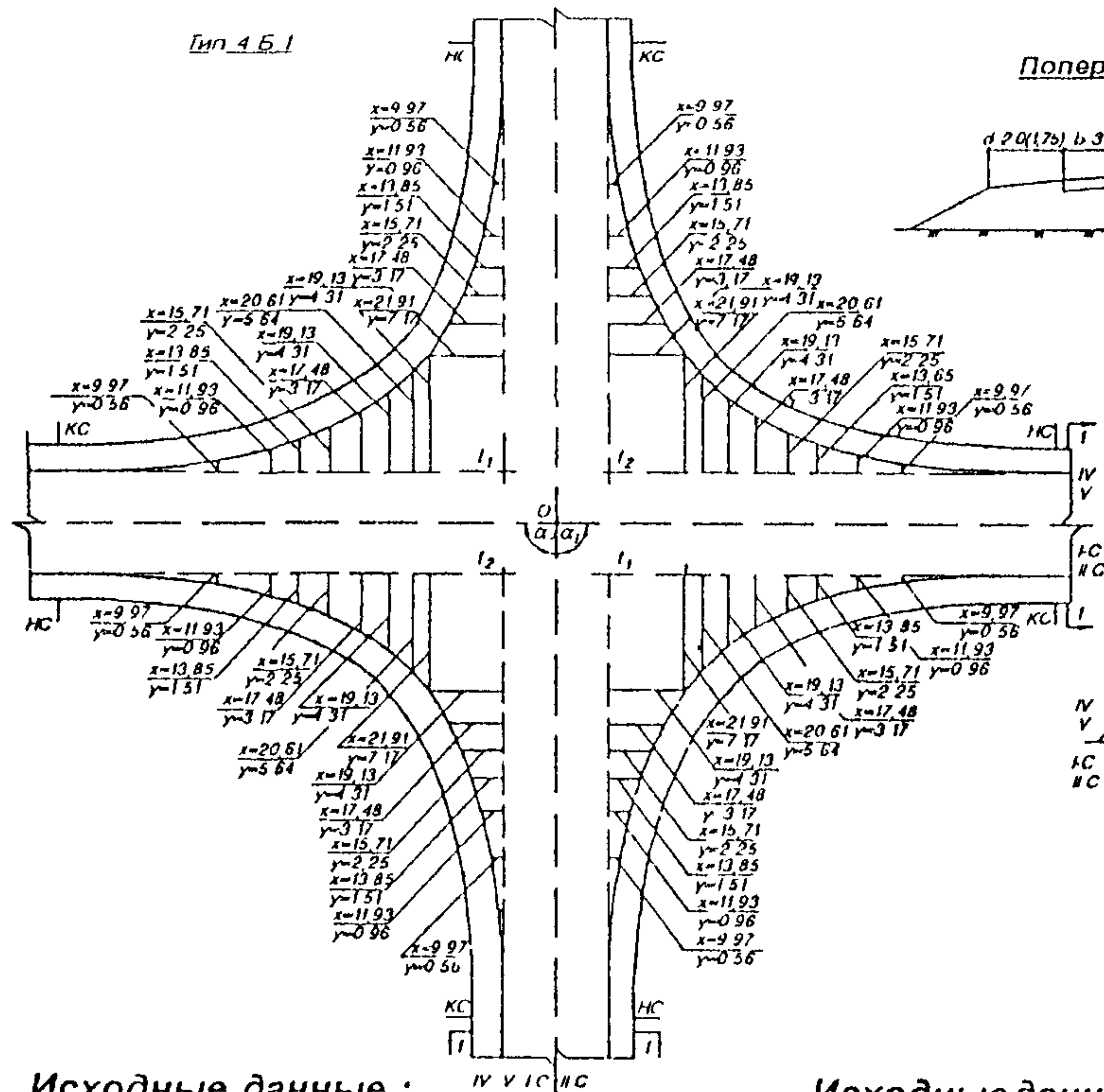
Исходные данные:

$\alpha=90^\circ$, $R_1=30$ м, $R_2=15$ м, $R_3=45$ м,

$T_{ax}^{am}=20,69$ м, $T_{ax}^{an}=25,70$ м

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

Чертеж 22

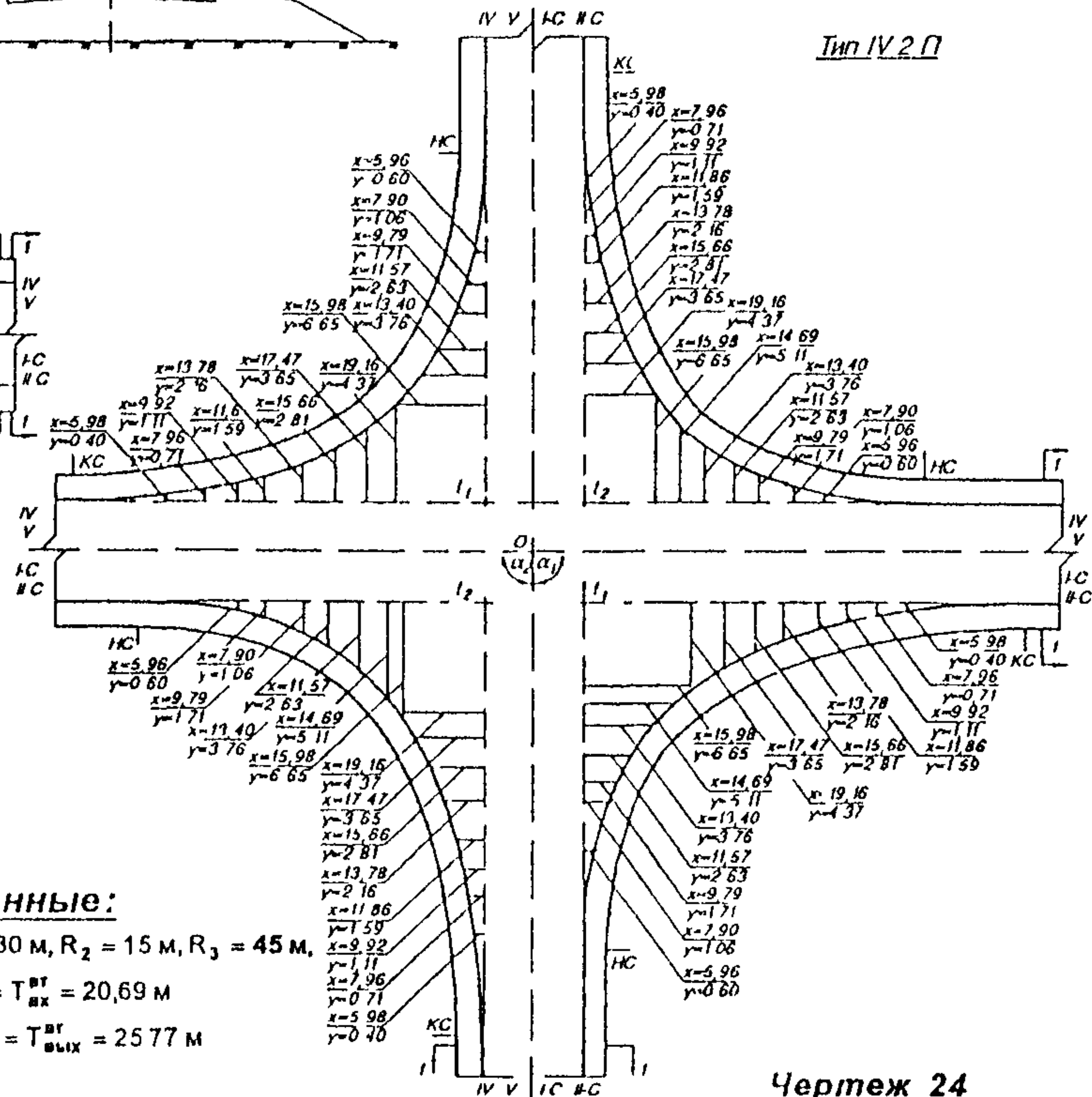


Исходные данные:

$\alpha = 90^\circ$, $R_1 = 15$ м, $l_n = 20$ м,

$T_c = 15 + 10,95 = 25,95$ м

Чертеж 23



Исходные данные:

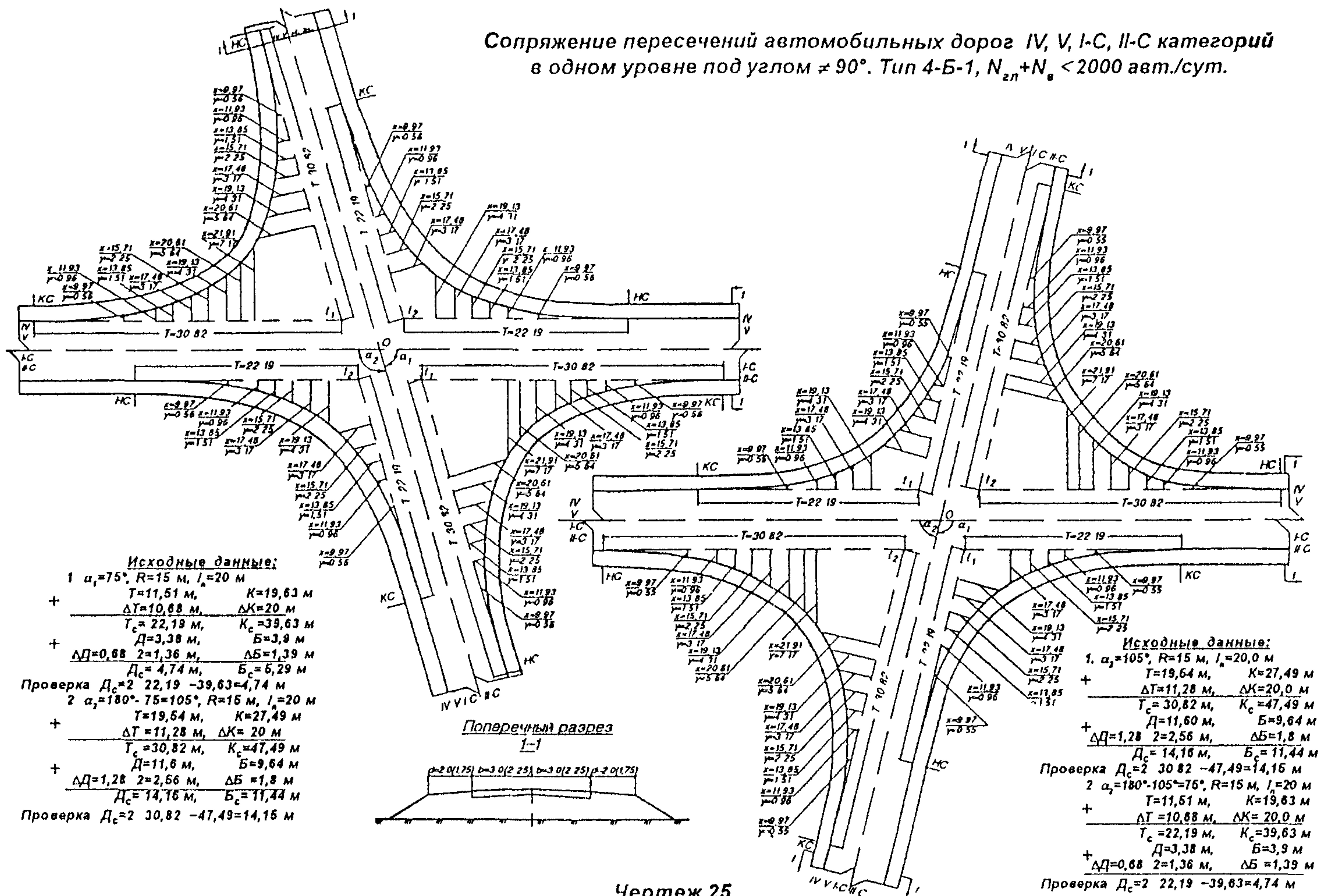
$\alpha_1 = \alpha_2 = 90^\circ$, $R_1 = 30$ м, $R_2 = 15$ м, $R_3 = 45$ м,

$T_{\text{вх}}^{\text{л}} = T_{\text{вх}}^{\text{п}} = 20,69$ м

$T_{\text{вых}}^{\text{л}} = T_{\text{вых}}^{\text{п}} = 25,77$ м

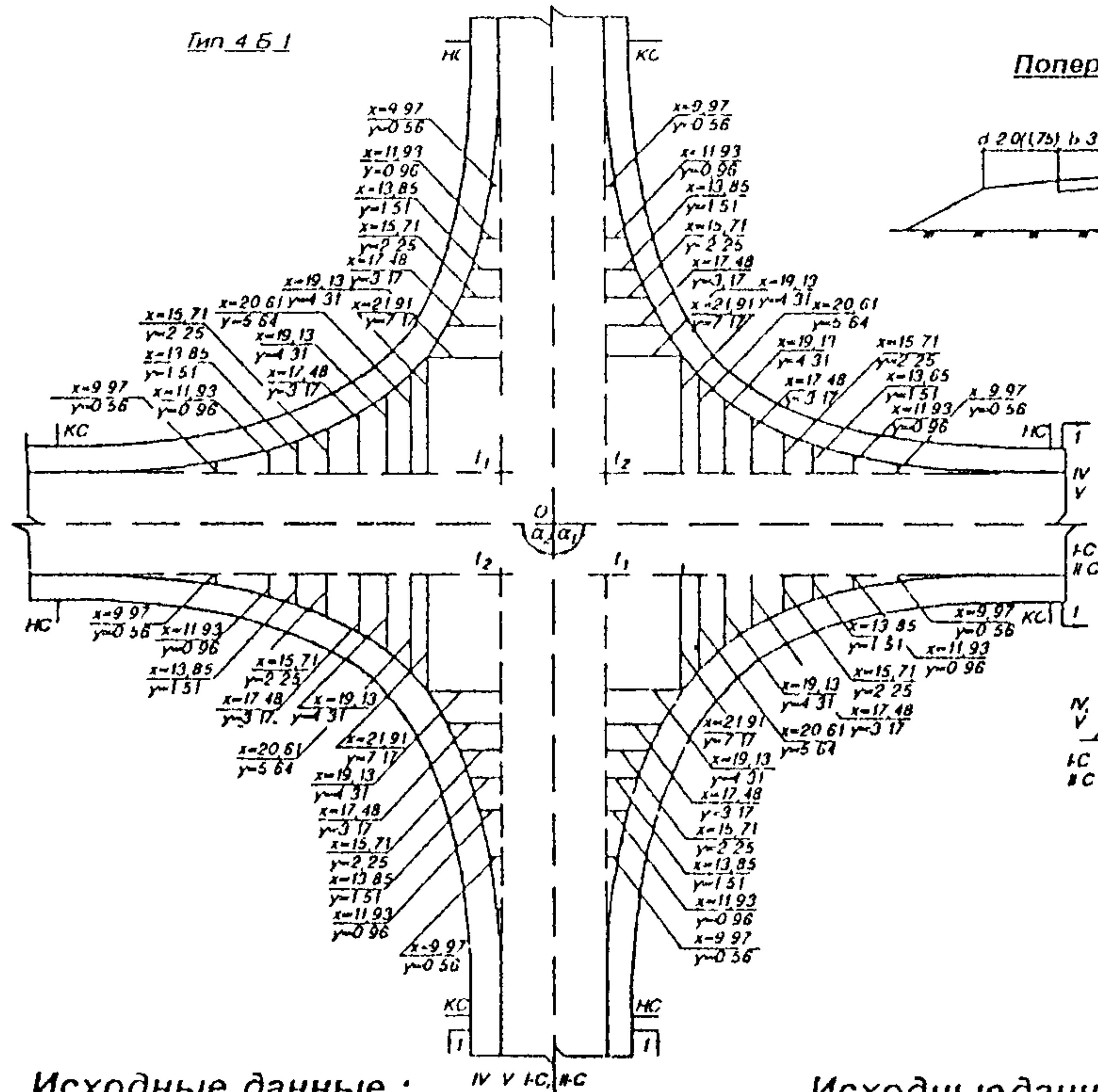
Чертеж 24

Сопряжение пересечений автомобильных дорог IV, V, I-C, II-C категорий
в одном уровне под углом $\neq 90^\circ$. Тип 4-Б-1, $N_{2л} + N_{2п} < 2000$ авт./сут.



Чертеж 25

Тип 4 Б 1



Исходные данные :

$\alpha = 90^\circ, R_1 = 15 \text{ м}, l_n = 20 \text{ м},$

$T_c = 15 + 10,95 = 25,95 \text{ м}$

Чертеж 23

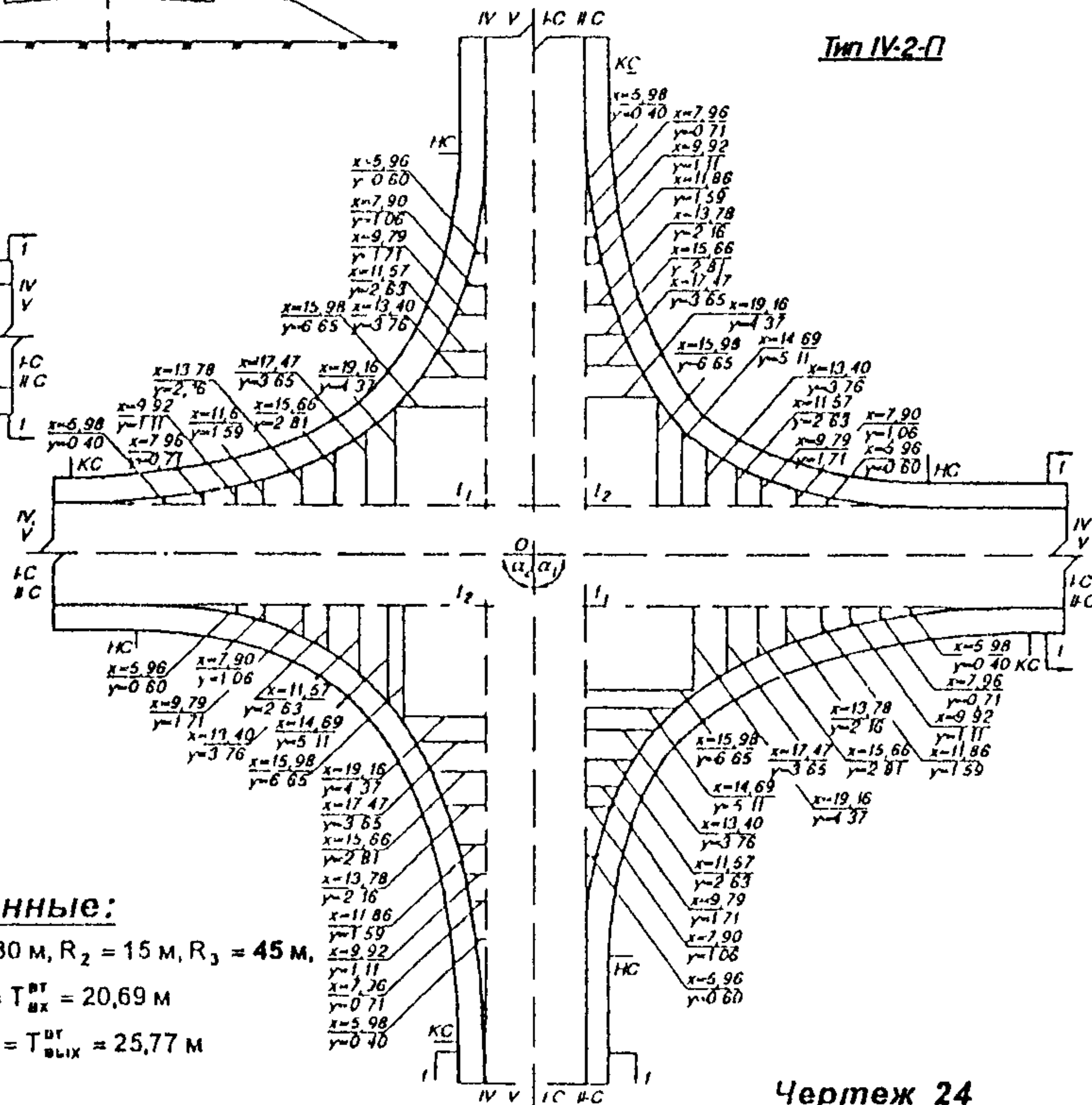
Исходные данные:

$\alpha_1 = \alpha_2 = 90^\circ, R_1 = 30 \text{ м}, R_2 = 15 \text{ м}, R_3 = 45 \text{ м},$

$T_{\text{вх}}^{\text{II}} = T_{\text{вх}}^{\text{IV}} = 20,69 \text{ м}$

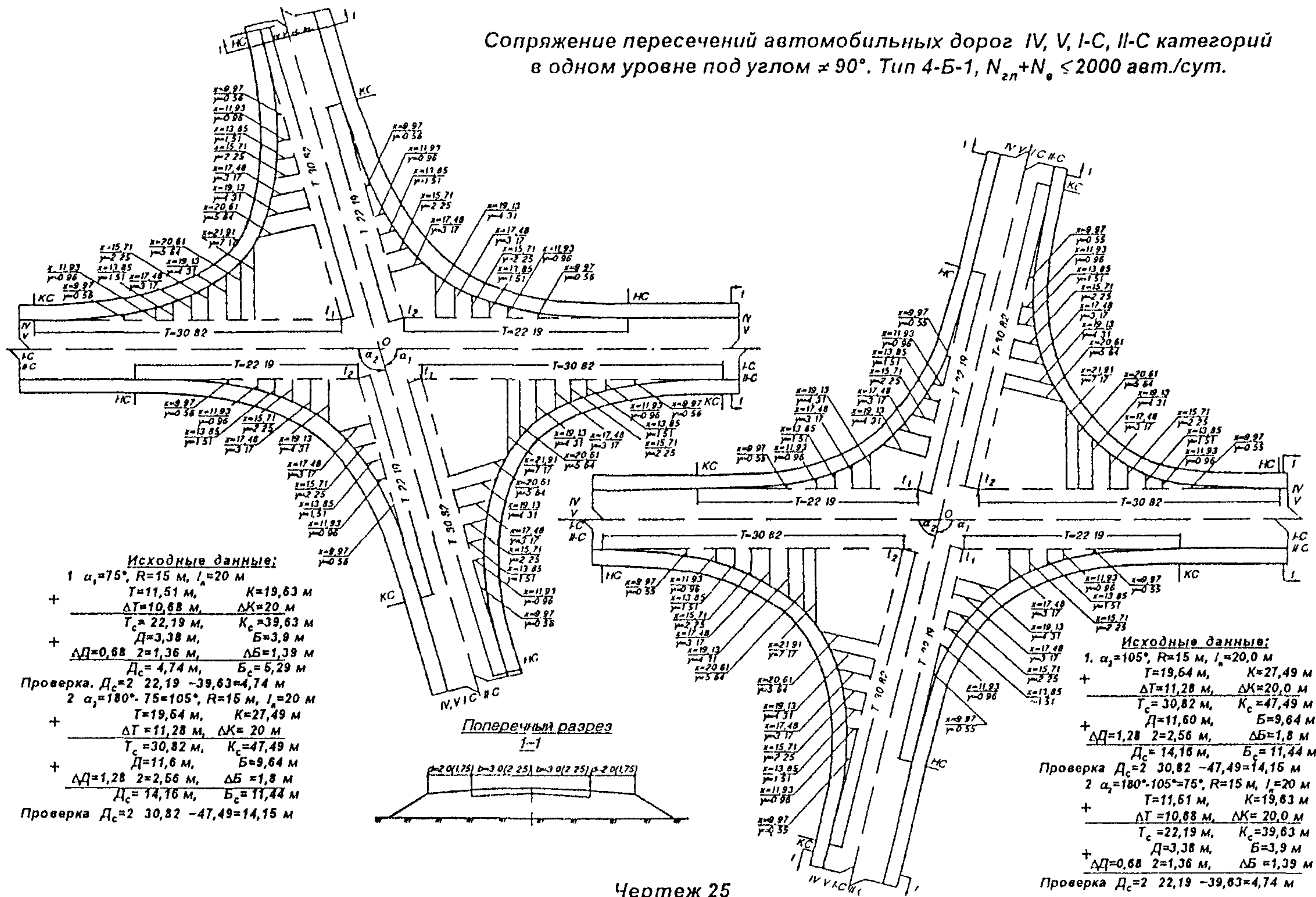
$T_{\text{вых}}^{\text{II}} = T_{\text{вых}}^{\text{IV}} = 25,77 \text{ м}$

Тип IV-2-П



Чертеж 24

Сопряжение пересечений автомобильных дорог IV, V, I-C, II-C категорий
в одном уровне под углом $\neq 90^\circ$. Тип 4-Б-1, $N_{2n} + N_0 \leq 2000$ авт./сут.



Чертеж 25

Исходные данные:

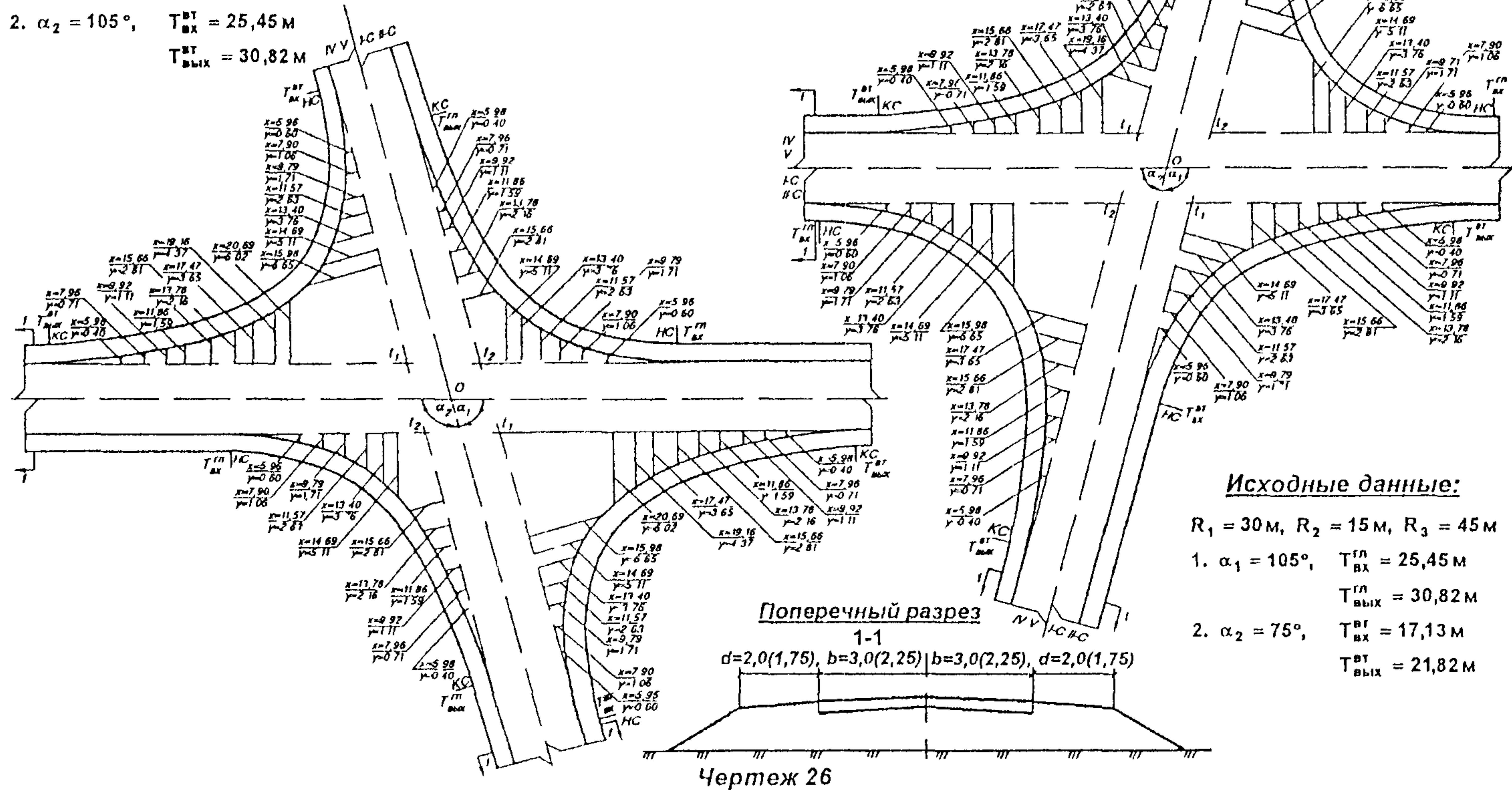
$$R_1 = 15 \text{ м}, R_2 = 30 \text{ м}, R_3 = 45 \text{ м}$$

$$1. \alpha_1 = 75^\circ, \quad T_{\text{вх}}^{\text{гп}} = 17,13 \text{ м}$$

$$T_{\text{вых}}^{\text{гп}} = 21,82 \text{ м}$$

$$2. \alpha_2 = 105^\circ, \quad T_{\text{вх}}^{\text{вт}} = 25,45 \text{ м}$$

$$T_{\text{вых}}^{\text{вт}} = 30,82 \text{ м}$$



Исходные данные:

$$R_1 = 30 \text{ м}, R_2 = 15 \text{ м}, R_3 = 45 \text{ м}$$

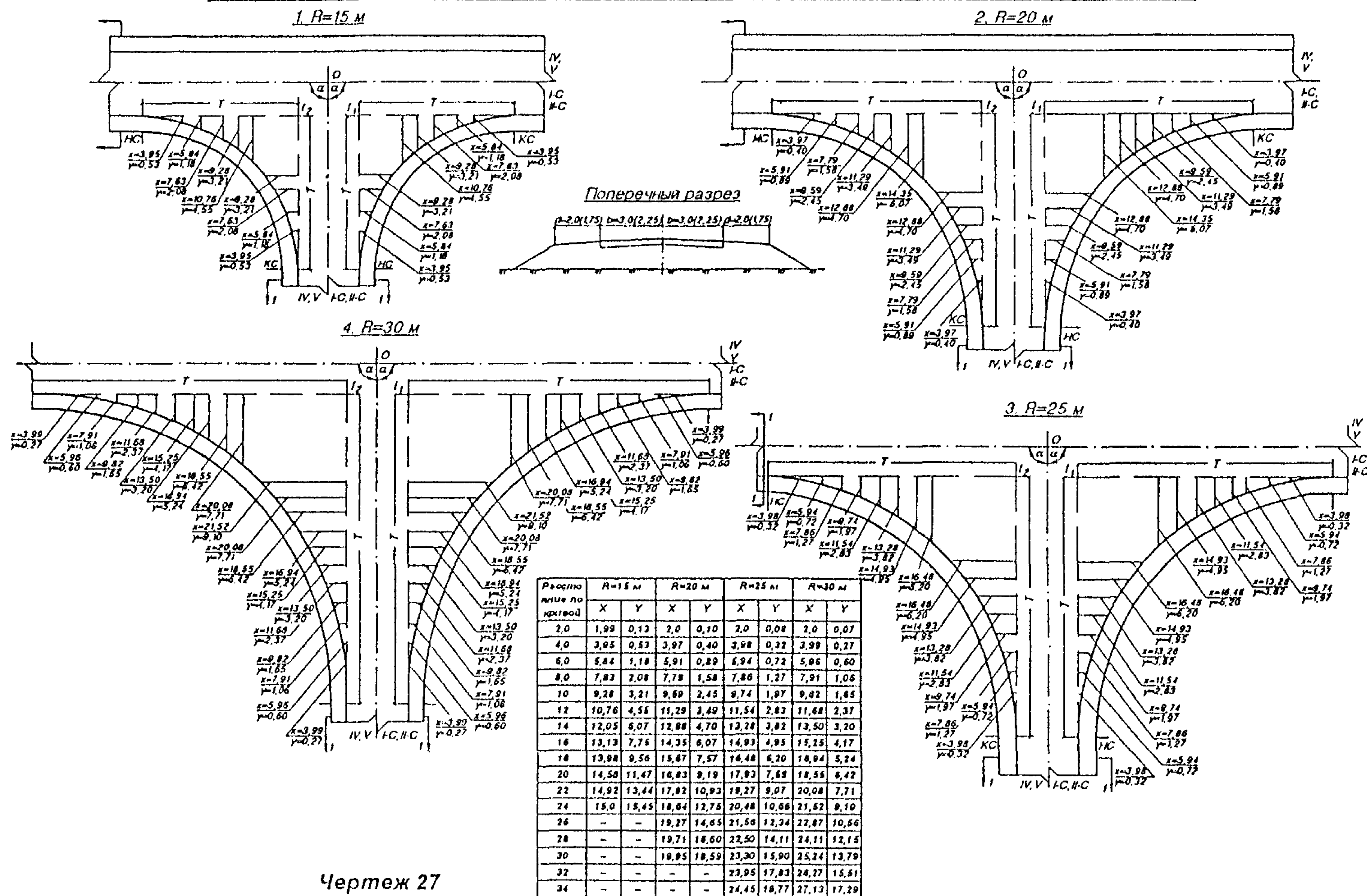
$$1. \alpha_1 = 105^\circ, \quad T_{\text{вх}}^{\text{гп}} = 25,45 \text{ м}$$

$$T_{\text{вых}}^{\text{гп}} = 30,82 \text{ м}$$

$$2. \alpha_2 = 75^\circ, \quad T_{\text{вх}}^{\text{вт}} = 17,13 \text{ м}$$

$$T_{\text{вых}}^{\text{вт}} = 21,82 \text{ м}$$

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

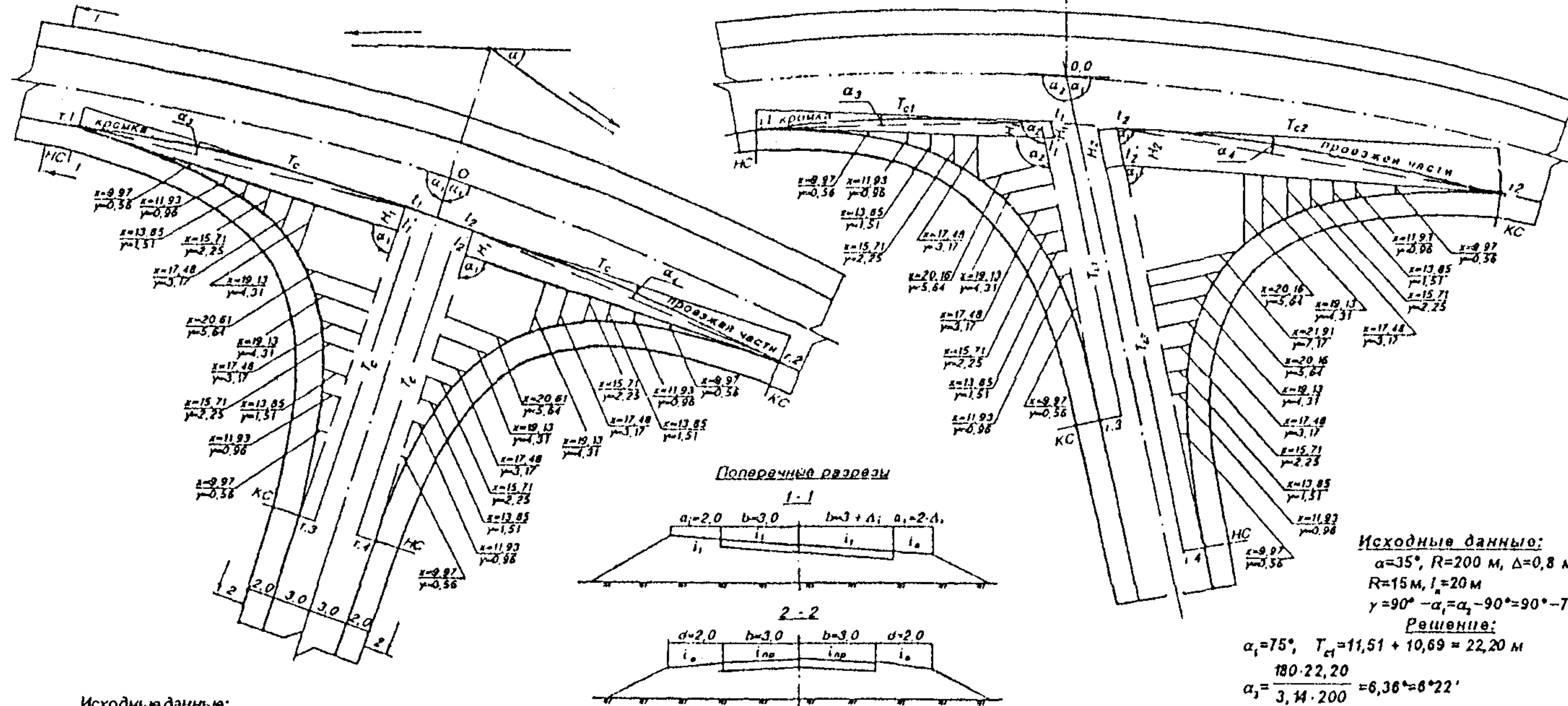


Чертеж 27

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

1. Под углом 90°

2. Под углом $\neq 90^\circ$



Исходные данные:
 $\alpha = 35^\circ$, $R = 200$ м, $\Delta = 0,8$ м
 $\alpha_1 = 90^\circ$, $R_1 = 15$ м, $l_n = 20$ м
 Решение:
 $T_c = 15,0 + 10,95 = 25,95$ м
 $\alpha_2 = \alpha_1 = \frac{180 \cdot 25,95}{3,14 \cdot 200} = 7,44^\circ = 7^\circ 26'$
 $b = H = T_{c1} \cdot \operatorname{tg} \alpha_2 = 25,95 \cdot \operatorname{tg} 7^\circ 26' = 25,95 \cdot 0,1306 = 3,39$ м

Исходные данные:
 $\alpha = 35^\circ$, $R = 200$ м, $\Delta = 0,8$ м
 $R = 15$ м, $l_n = 20$ м
 $\gamma = 90^\circ - \alpha_1 = \alpha_2 - 90^\circ = 90^\circ - 75^\circ = 15^\circ$

Решение:

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

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

$b_1 = T_{c1} \cdot \operatorname{tg} \alpha_1 = 22,20 \cdot \operatorname{tg} 6^\circ 22' = 2,48$ м

$a_1 = b_1 \cdot \operatorname{tg} \gamma = 2,48 \cdot \operatorname{tg} 15^\circ = 2,48 \cdot 0,2679 = 0,67$ м

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

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

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

$b_2 = T_{c2} \cdot \operatorname{tg} \alpha_2 = 30,83 \cdot \operatorname{tg} 8^\circ 50' = 30,83 \cdot 0,1554 = 4,79$ м

$a_2 = b_2 \cdot \operatorname{tg} \gamma = 4,79 \cdot \operatorname{tg} 15^\circ = 4,79 \cdot 0,2679 = 1,28$ 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:

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

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

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

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

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

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

При сопряжении примыканий к горизонтальной кривой под углом $\alpha_1 = \alpha_2 = 90^\circ$ точки пересечения кромок проезжих частей дорог смещаются по кромке дорожной одежды примыкания на одинаковую длину, а под углом α_1 (α_2) $\neq 90^\circ$ – 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, $I_n=20$ м; $R=20$ м, $I_n=20$ м; $R=25$ м, $I_n=20$ м, $R=15$ 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 $\alpha = 35^\circ$, $R=200$ м, $I_n=70$ м, $\Delta = 0,80$ м.
- б. Сопряжение примыкания $R=15$ м, $I_n=20$ м, $\alpha_1=75^\circ$, $\alpha_2=105^\circ$.

II. Решение

а. Горизонтальная кривая

- 1. $T=0,3153 \cdot 200=63,06$ м; $K=0,6108 \cdot 200=122,16$ м,
 $D=0,0198 \cdot 200=3,96$ м; $B=0,0485 \cdot 200=9,70$ м. (табл. 1.1)

Проверка:

$D=2 \cdot 63,06 - 122,16 = 3,96$ м.

- 2. $\Delta T = 35,30$ м; $\Delta B = 1,07$ м (табл. 1.2);
 $\Delta D = 2 \cdot \Delta T - I_n = 2 \cdot 35,30 - 70 = 0,60$ м.

- 3. $T_c = 63,06 + 35,30 = 98,36$ м; $K_c = 122,16 + 70 = 192,16$ м;
 $D_c = 3,96 + 0,6 = 4,56$ м; $B_c = 9,70 + 1,07 = 10,77$ м.

Проверка:

$D_c = 2 \cdot T_c - K_c = 2 \cdot 98,36 - 192,16 = 4,56$ м.

4. Определение прямоугольных координат (табл. 1.3)

К	Х	У	К	Х	У
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 $\alpha_1=75^\circ$

1. $T=0,7673 \cdot 15=11,51 \text{ м}; \quad K=1,309 \cdot 15=19,64 \text{ м},$
 $D=0,2256 \cdot 15=3,38 \text{ м}; \quad B=0,2604 \cdot 15=3,91 \text{ м. (табл. 1.1)}$

Проверка:

$D=2 \cdot 11,51-19,64=3,38 \text{ м.}$

2. $\Delta T=10,69 \text{ м}; \quad \Delta B=1,39 \text{ м (табл. 1.2);}$
 $\Delta K=l_{\pi}=20 \text{ м}, \quad \Delta D=2 \cdot 10,69-20=1,38 \text{ м.}$
3. $T_{c1}=11,51+10,69=22,20 \text{ м}; \quad K_{c1}=19,64+20=39,64 \text{ м};$
 $D_{c1}=3,38+1,38=4,76 \text{ м}; \quad B_{c1}=3,91+1,39=5,90 \text{ м.}$

Проверка:

$D_{c1}=2 \cdot T_{c1}-K_{c1}=2 \cdot 22,2-39,64=4,76 \text{ м.}$

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

4. $T=1,3032 \cdot 15=19,55 \text{ м}; \quad K=1,8326 \cdot 15=27,50 \text{ м},$
 $D=0,7738 \cdot 15=11,60 \text{ м}; \quad B=0,6426 \cdot 15=9,63 \text{ м. (табл. 11)}$

Проверка:

$D=2 \cdot 19,55-27,50=11,60 \text{ м.}$

5. $\Delta T=11,29 \text{ м}; \quad \Delta B=1,80 \text{ м};$
 $\Delta K=l_{\pi}=20 \text{ м}, \quad \Delta D=2 \cdot 11,29-20=2,58 \text{ м. (табл. 1.2)}$
6. $T_{c2}=19,55+11,29=30,84 \text{ м}; \quad K_{c1}=27,50+20=47,50 \text{ м};$
 $D_{c2}=11,60+2,58=14,18 \text{ м}; \quad B_{c2}=9,63+1,80=11,43 \text{ м.}$

Проверка:

$D_{c2}=2 \cdot 30,84-47,50=14,18 \text{ м.}$

7. Определение прямоугольных координат (табл. 1.3)

К	Х	У	К	Х	У
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

$$\alpha_3 = \frac{180 \cdot T_{c1}}{\pi \cdot R} = \frac{18022,20}{3.14 \cdot 200} = 6.36^\circ = 6^\circ 22',$$

$$\alpha_3 = \frac{180 \cdot T_{c2}}{\pi \cdot R} = \frac{18030,84}{3.14 \cdot 200} = 8,83^\circ = 8^\circ 50',$$

$$\gamma=90^\circ-75^\circ=105^\circ-90^\circ=15^\circ.$$

9. Определение перемещения точек пересечения кромок проезжей части

а. Острый угол сопряжения $\alpha_2 = 75^\circ$

$$b_1 = T_{c1} \cdot \operatorname{tg} \alpha_3 = 22,20 \cdot \operatorname{tg} 6^\circ 22' = 22,2 \cdot 0,1116 = 2,48 \text{ м},$$

$$a_1 = b_1 \cdot \operatorname{tg} \gamma = 2,48 \cdot \operatorname{tg} 15^\circ = 2,48 \cdot 0,2679 = 0,67 \text{ м},$$

$$H_1 = \sqrt{b_1^2 + a_1^2} = \sqrt{2,48^2 + 0,67^2} = 2,57 \text{ м (табл. 1.15)}$$

б. Тупой угол сопряжения $\alpha_2 = 105^\circ$

$$b_2 = T_{c2} \cdot \operatorname{tg} \alpha_4 = 30,84 \cdot \operatorname{tg} 8^\circ 50' = 30,84 \cdot 0,1554 = 4,79 \text{ м},$$

$$a_2 = b_2 \cdot \operatorname{tg} \gamma = 4,79 \cdot \operatorname{tg} 15^\circ = 4,79 \cdot 0,2679 = 1,28 \text{ м},$$

$$H_2 = \sqrt{b_2^2 + a_2^2} = \sqrt{4,79^2 + 1,28^2} = 4,96 \text{ м (табл. 1.15)}.$$

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

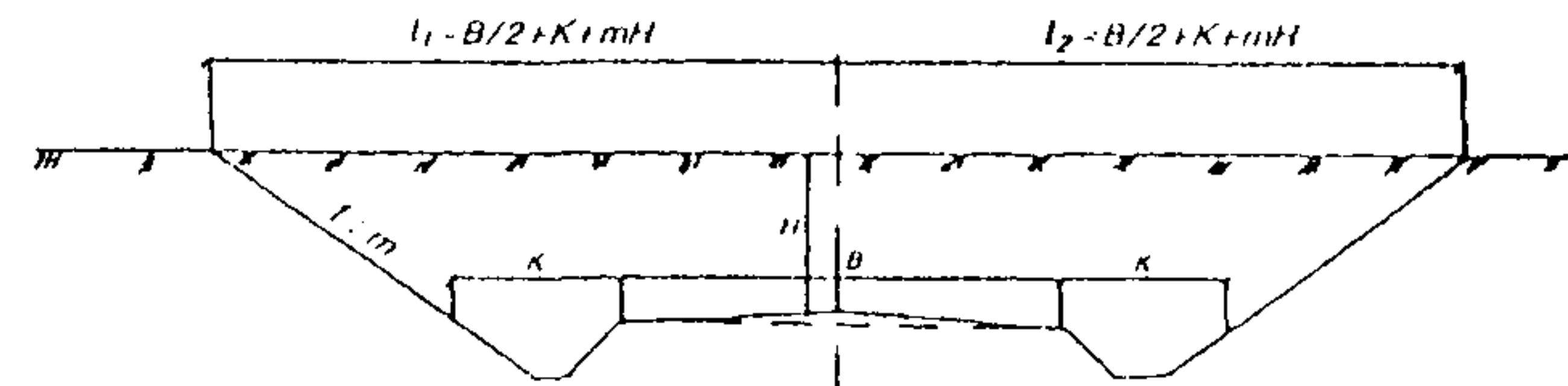
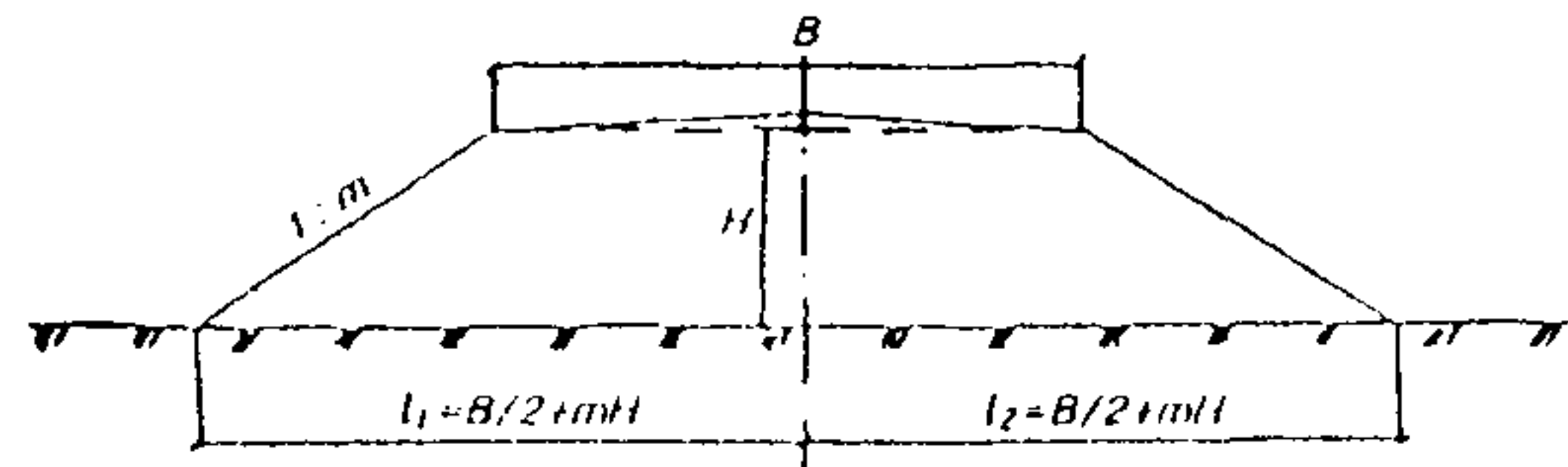
$$l_1 = l_2 = B / 2 + mH.$$

2. На равнинном косогоре:

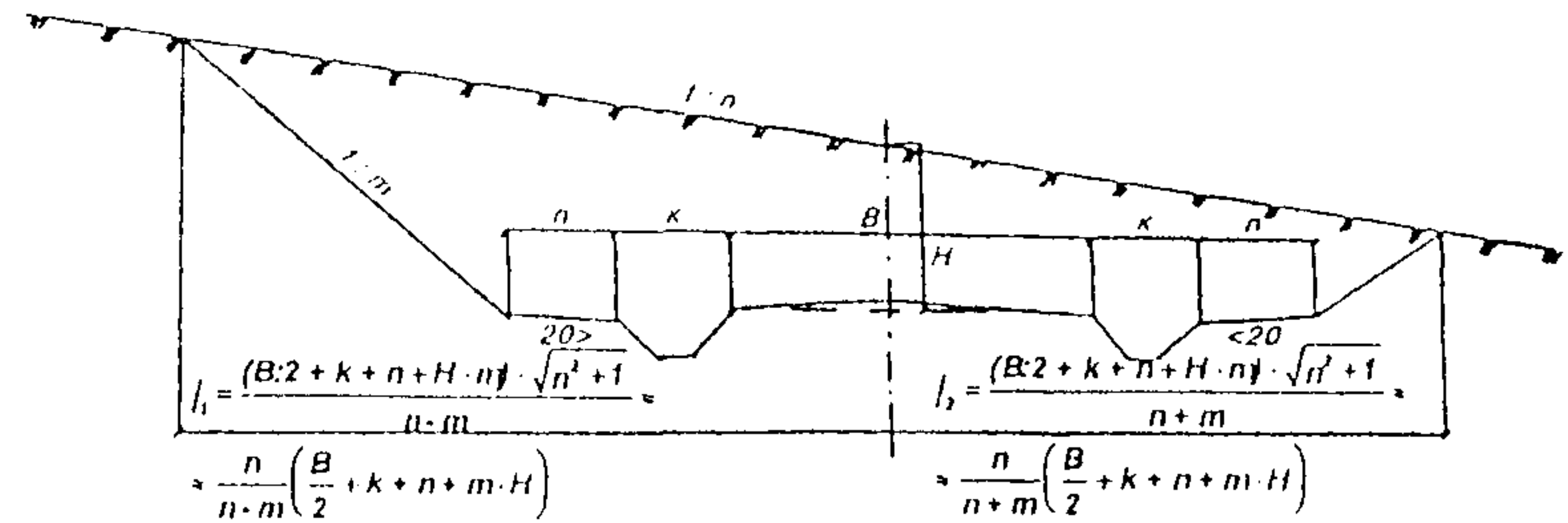
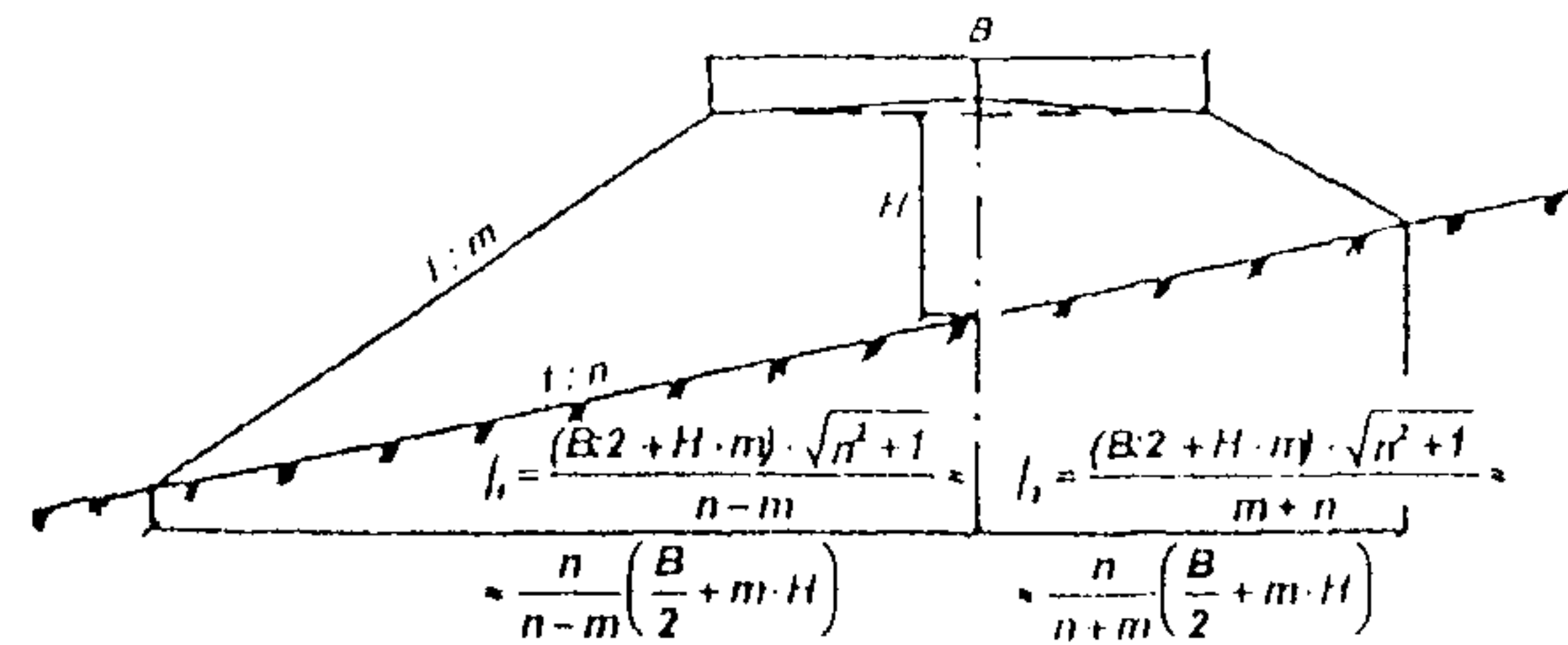
а) в сторону низового откоса

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

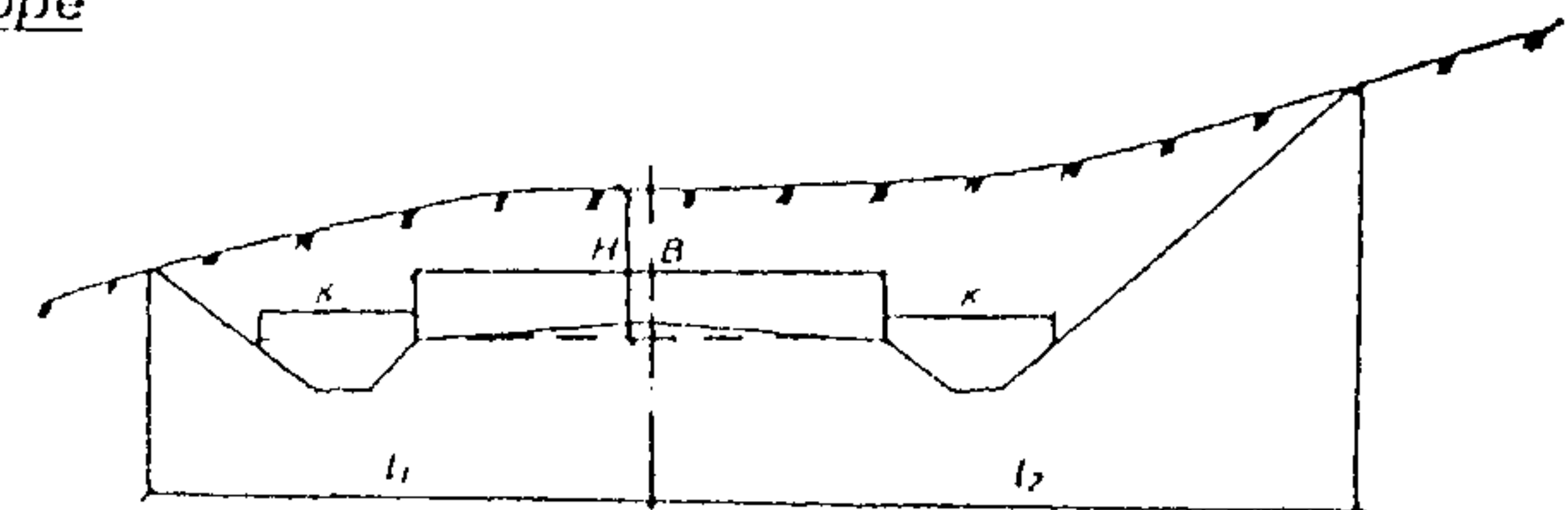
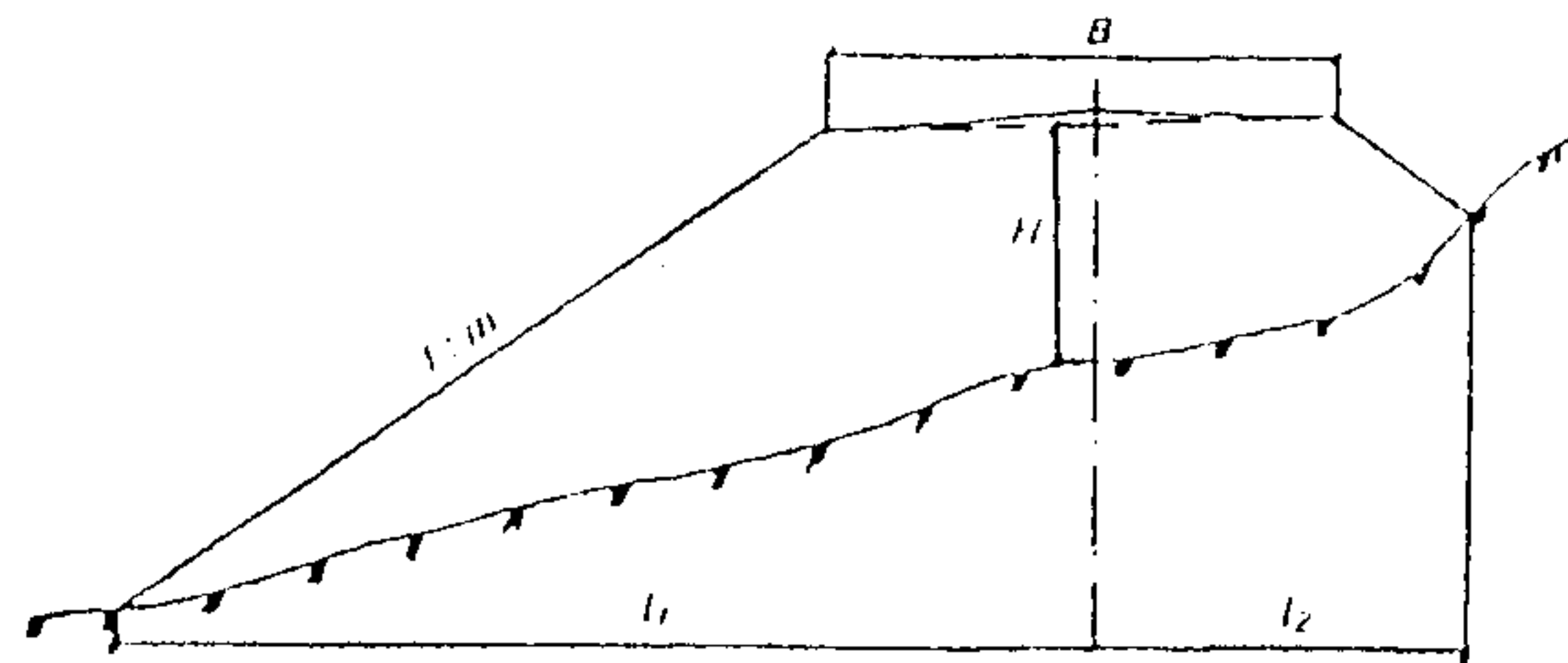
На равнинной местности



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

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

б) в сторону верхового откоса

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

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 разезда 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».

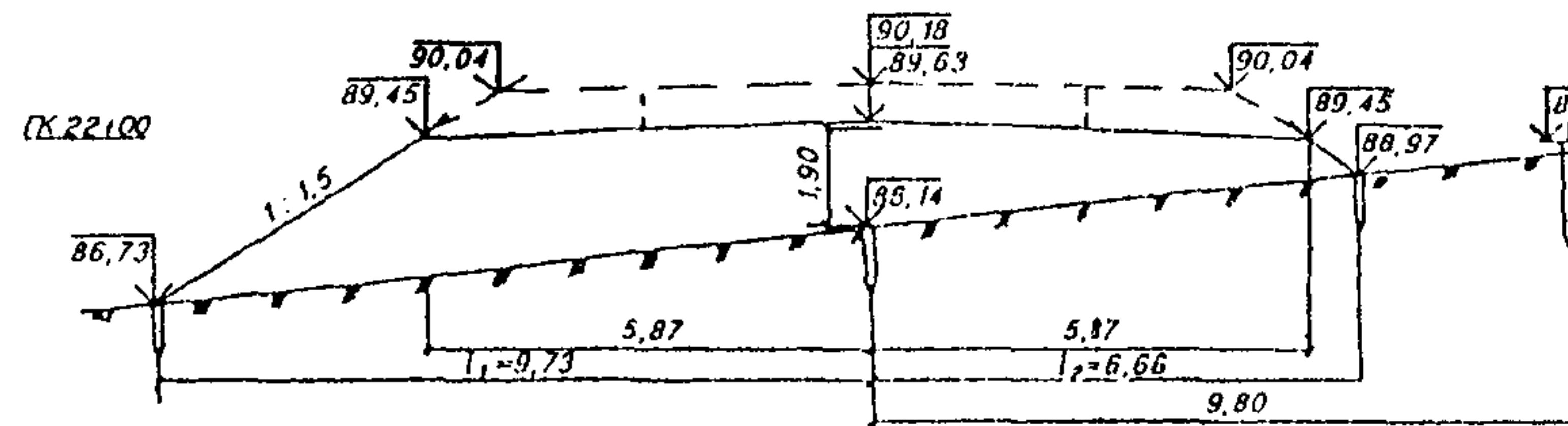
Исходными данными для разбивке земляного полотна служат:

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:

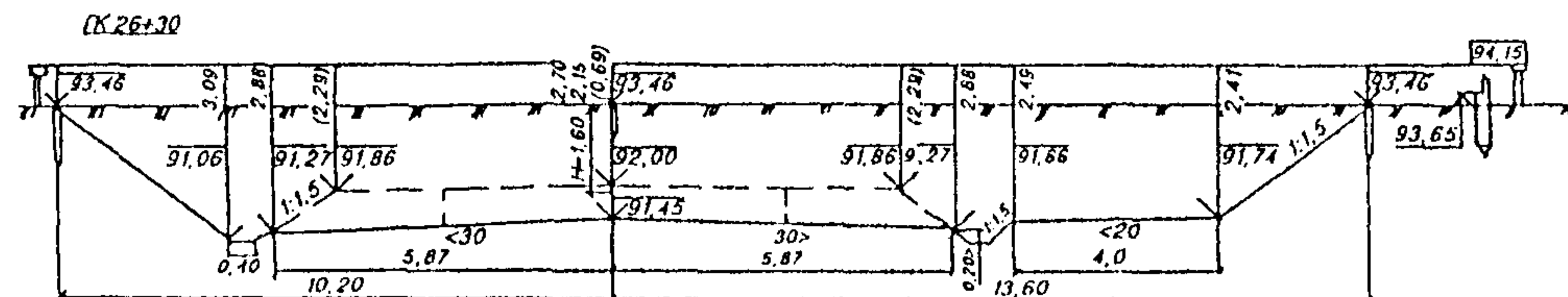
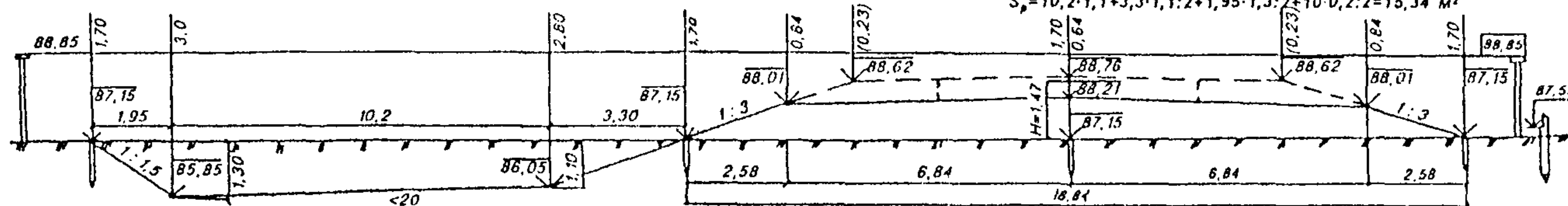
$$B=10,0 \text{ м, } b=6,0 \text{ м, } h_{до}=0,55 \text{ м, } h_{до}=90,04 \text{ м, } h_{эк}=90,18 \text{ м, } l_{г}=30\%.$$
$$h_{\text{pac}} = 1,90 \text{ м} \quad 1:n = 1:8,8 \quad 1:m = 1:5,5$$

Данные по земляному полотну (по подошве дорожной одежды)

$$B_1 = 5,87 \cdot 2 = 11,74 \text{ м}, h_{\text{гсг}} = 90,18 - 0,55 = 89,63 \text{ м}, h_{\text{об}} = 89,45 \text{ м}$$

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

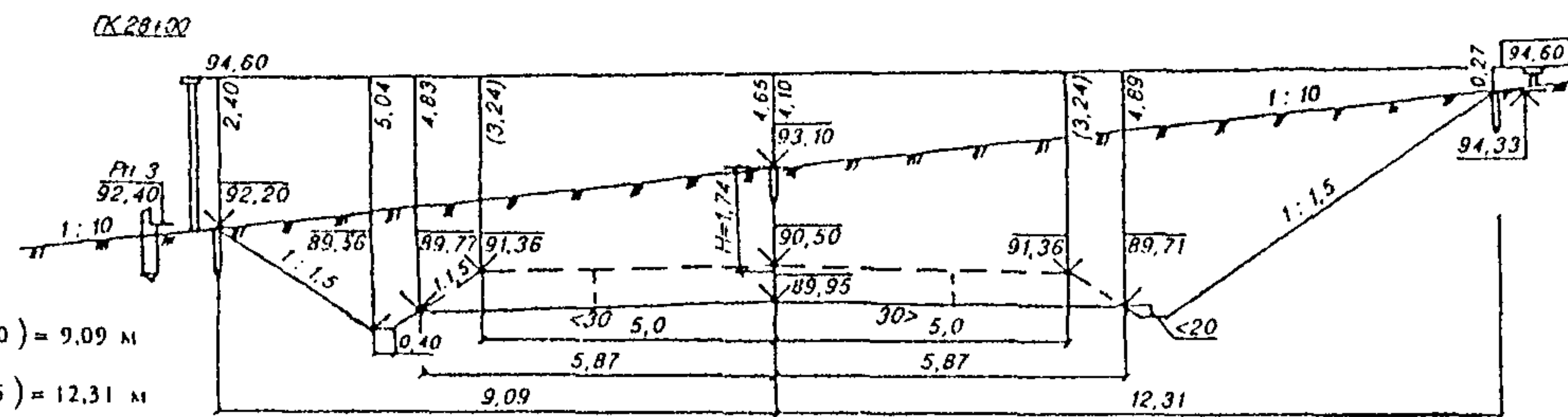
Исходные данные:

$$B=10,0 \text{ м}, h=6,0 \text{ м}, h_{до}=0,55 \text{ м}, h_{осл}=88,76 \text{ м}, h_{до}=88,64 \text{ м}, H=1,47 \text{ м}$$
$$S_n = (6,84 \cdot 2 + 18,84) : 2 \cdot 0,86 + 6,84 \cdot 0,2 = 15,33 \text{ м}^2$$
$$S_{\Sigma} = 10,2 \cdot 1,1 + 3,3 \cdot 1,1 : 2 + 1,95 \cdot 1,3 : 2 + 10 \cdot 0,2 : 2 = 15,34 \text{ м}^2$$


Исходные данные:

$$B=10,0 \text{ м}, b=6,0 \text{ м}, h_{\text{сн}}=92,00 \text{ м}, h_{\text{до}}=89,86 \text{ м},$$
$$h_{\infty} = 0,55 \text{ м, } H_{\text{п}} = 1,60 \text{ м}$$

Данные по земляному полотну

$$B_1 = 5,87 \cdot 2 = 11,74 \text{ м}, h_{\text{осл}} = 91,45 \text{ м}, h_{\text{доп}} = 91,27 \text{ м}$$
$$l_1 = 5,0 + 2,80 + 1,6 \cdot 1,5 = 10,2 \text{ м}$$
$$I_1 = 5,0 + 2,20 + 4,0 + 1,6 \cdot 1,6 = 13,5 \text{ М}$$


Исходные данные:

$$B=10,0 \text{ м}, b=6,0 \text{ м}, h_{\text{ог}}=0,55 \text{ м}, H_{\text{г}}=1,74 \text{ м}$$
$$1 : m = 1 : 1,5 \quad 1 : n = 1 : 10$$

Данные по земляному полю

$$B_1 = 5,87 \cdot 2 = 11,74 \text{ м}, h_{\text{осн}} = 89,95 \text{ м}, h_{\text{до}} = 89,77 \text{ м}$$

$$I_1 = (5,0 + 2,8 + 15 \cdot 1,74) \cdot \sqrt{10^2 + 1} : (1,5 + 10) = 9,09 \text{ M}$$

$$l_2 = (5,0 + 2,8 + 15 \cdot 1,74) \cdot \sqrt{15^2 + 1} : (10 \cdot 1,5) = 12,31 \text{ m}$$

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.

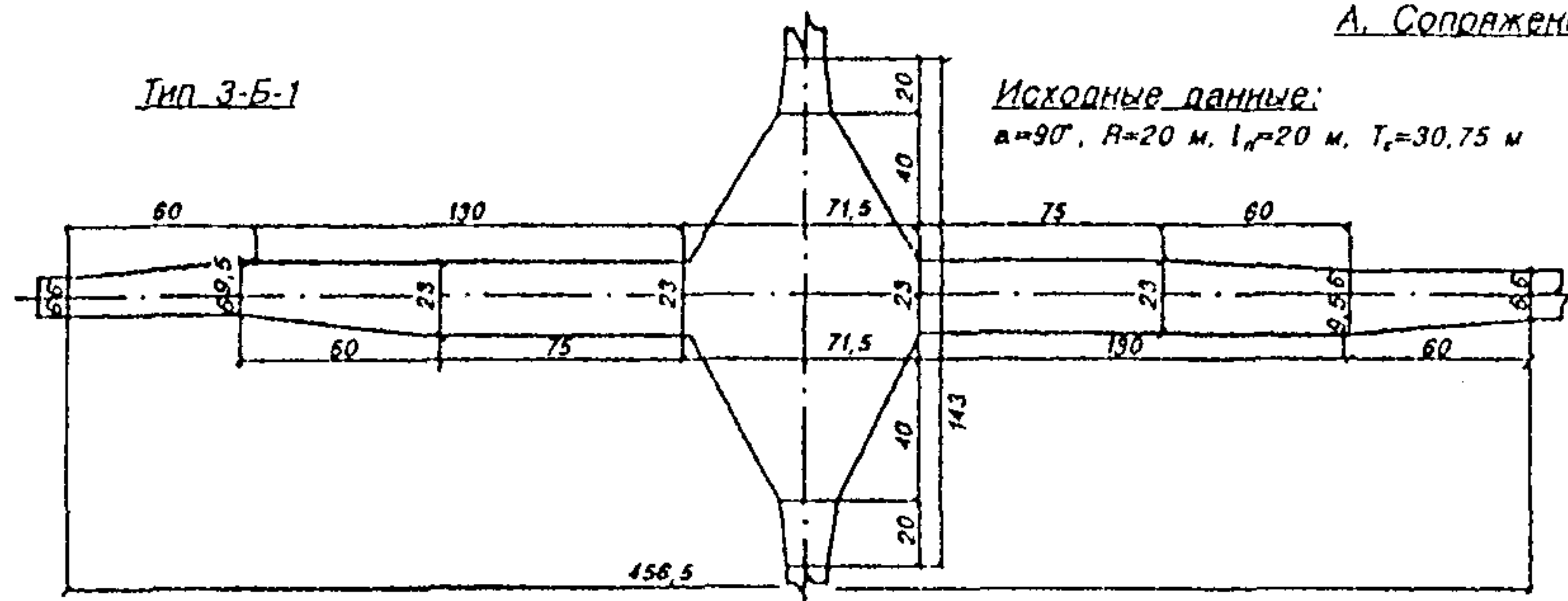
При сопряжении пересечений (примыканий) автомобильных дорог IV, I-с, II-с категорий переходными кривыми и коробовыми кривыми приведены максимальные и минимальные длины тангенсов, величина которых зависит от угла примыкания и радиусов сопряжения (чертеж 32).

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

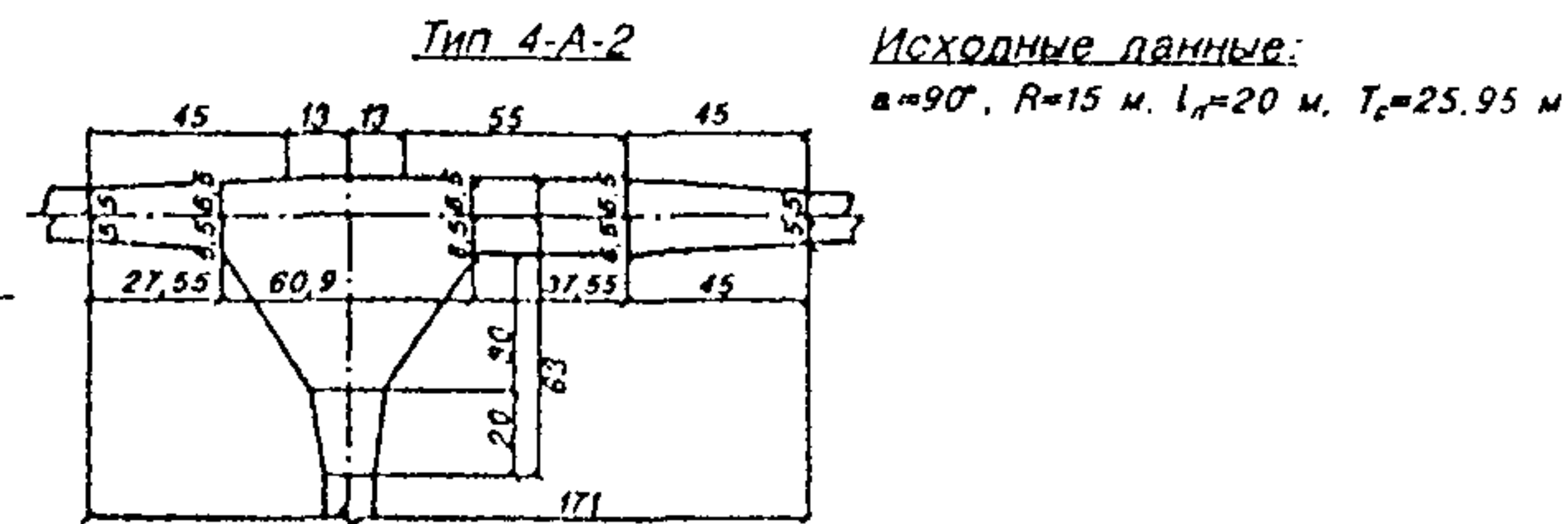
При разбивке земляного полотна для производства земляных работ механизмами, необходимо закрепительные столбы, дополнительные реперы, пикетажные вехи, колья устанавливать таким образом, чтобы они сохранились неповрежденными до конца земляных работ и предъявления их заказчику.

А. Сопряжение круговой и переходной кривой

Тип 3-Б-1

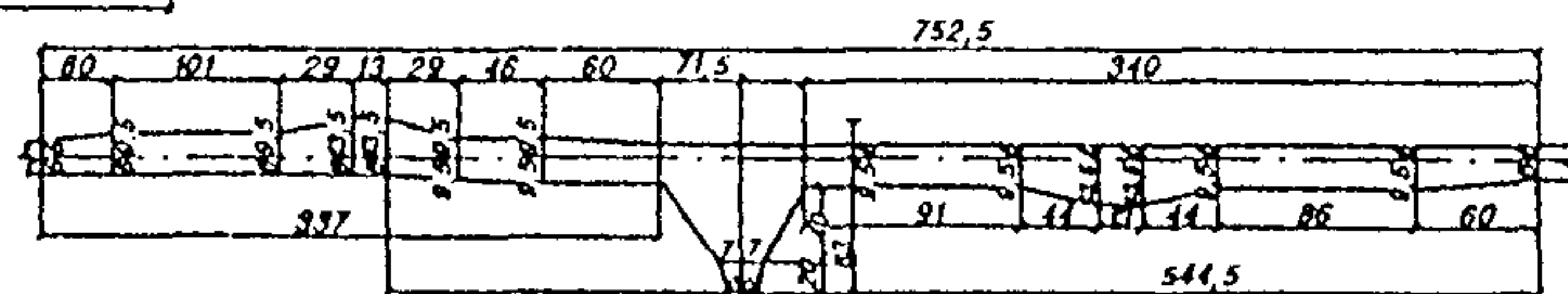
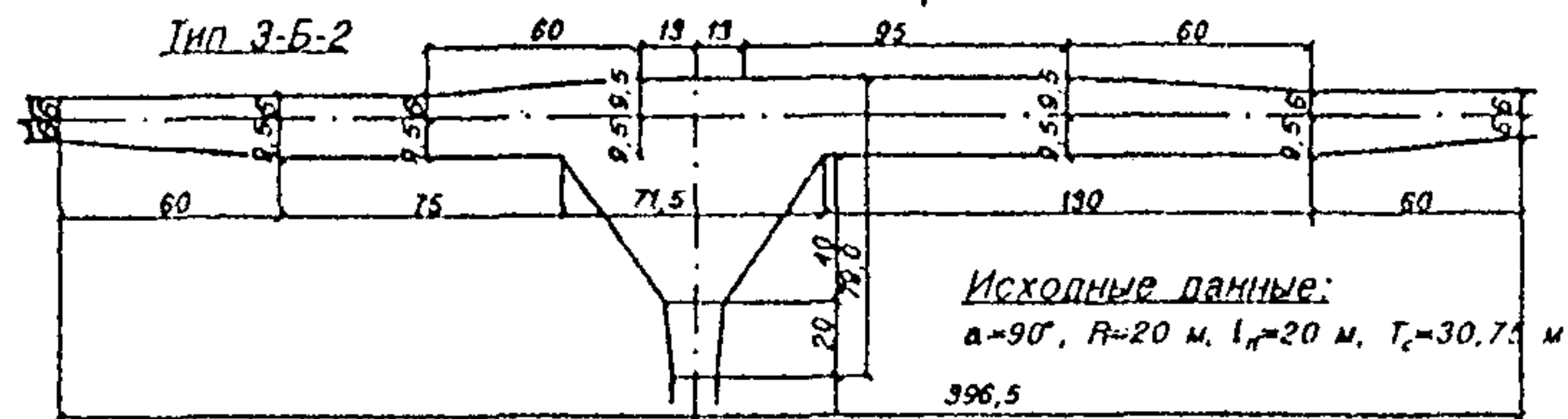


Тип 4-А-2

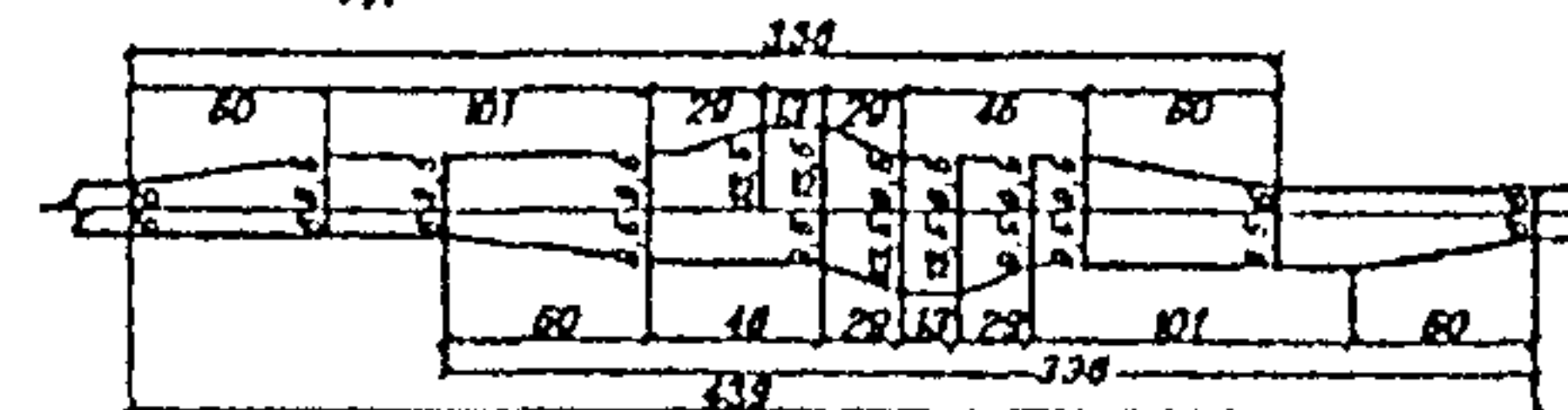


Плановая разбивка автобусных остановок
 А. Автобусная остановка в зоне примыкания типа 3-Б-2

Тип 3-Б-2

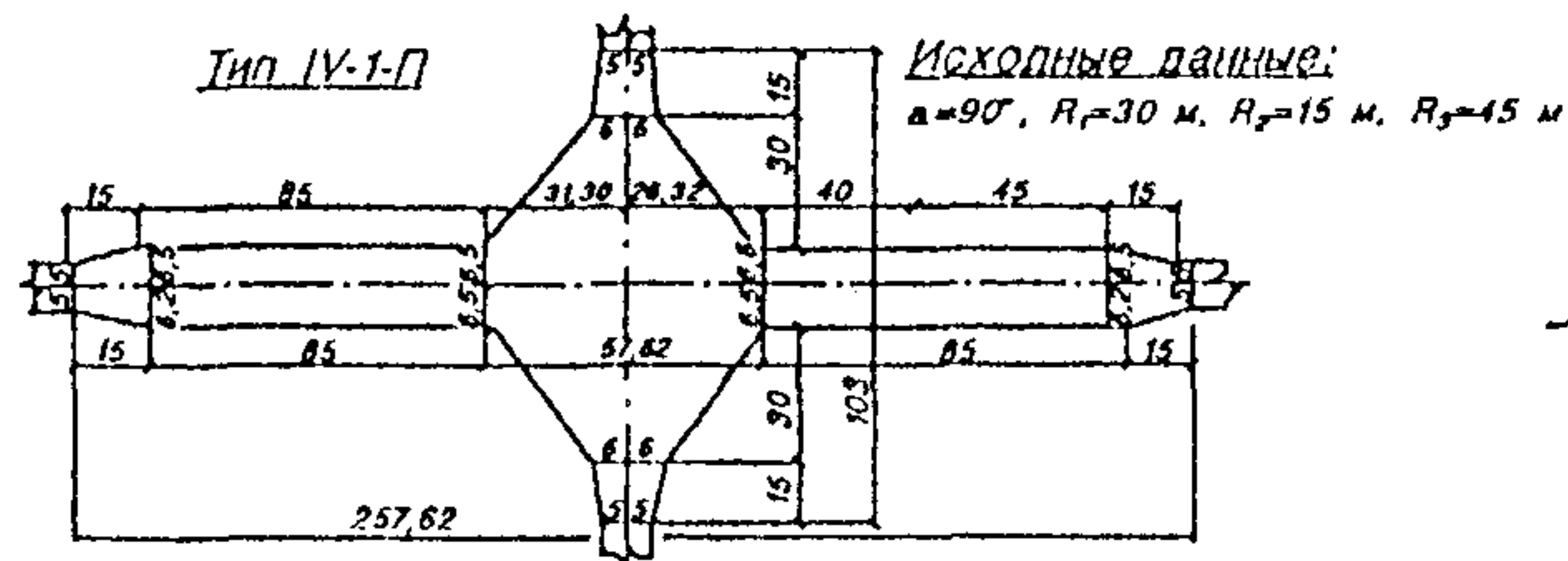


Б. Автобусная остановка на прямом участке дороги III категории

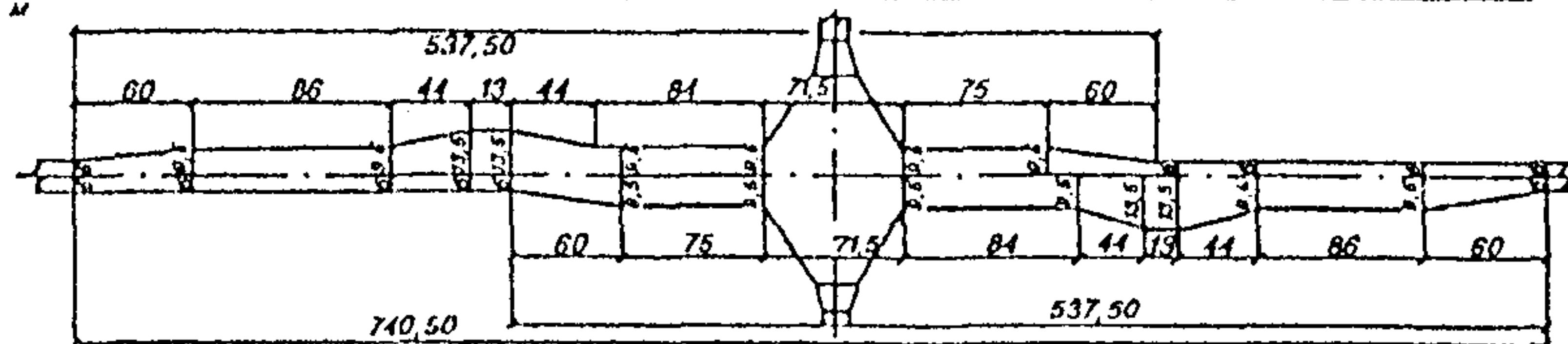


Б. Сопряжение коробовыми кривыми

Тип IV-1-П

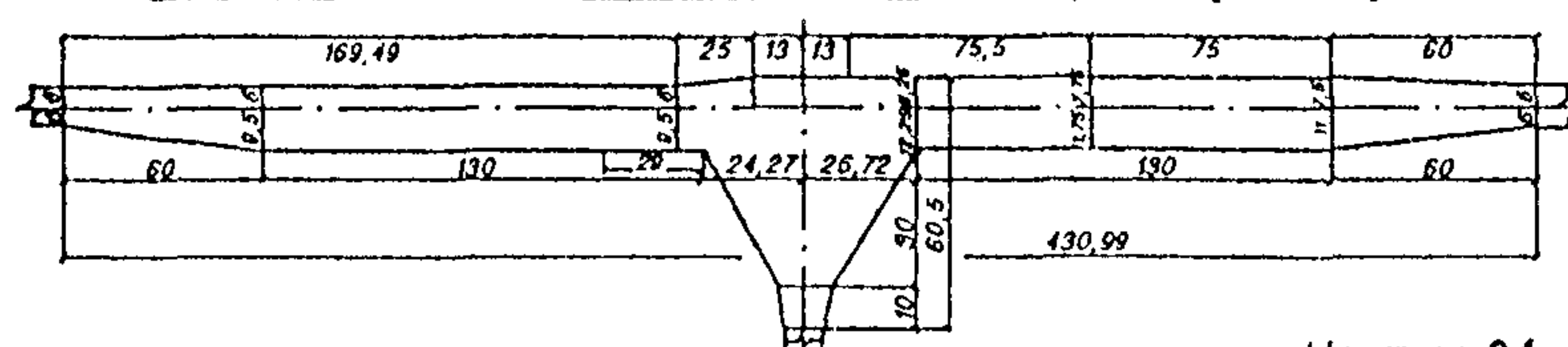


А. Автобусные остановки в зоне пересечения типа III-Б-1

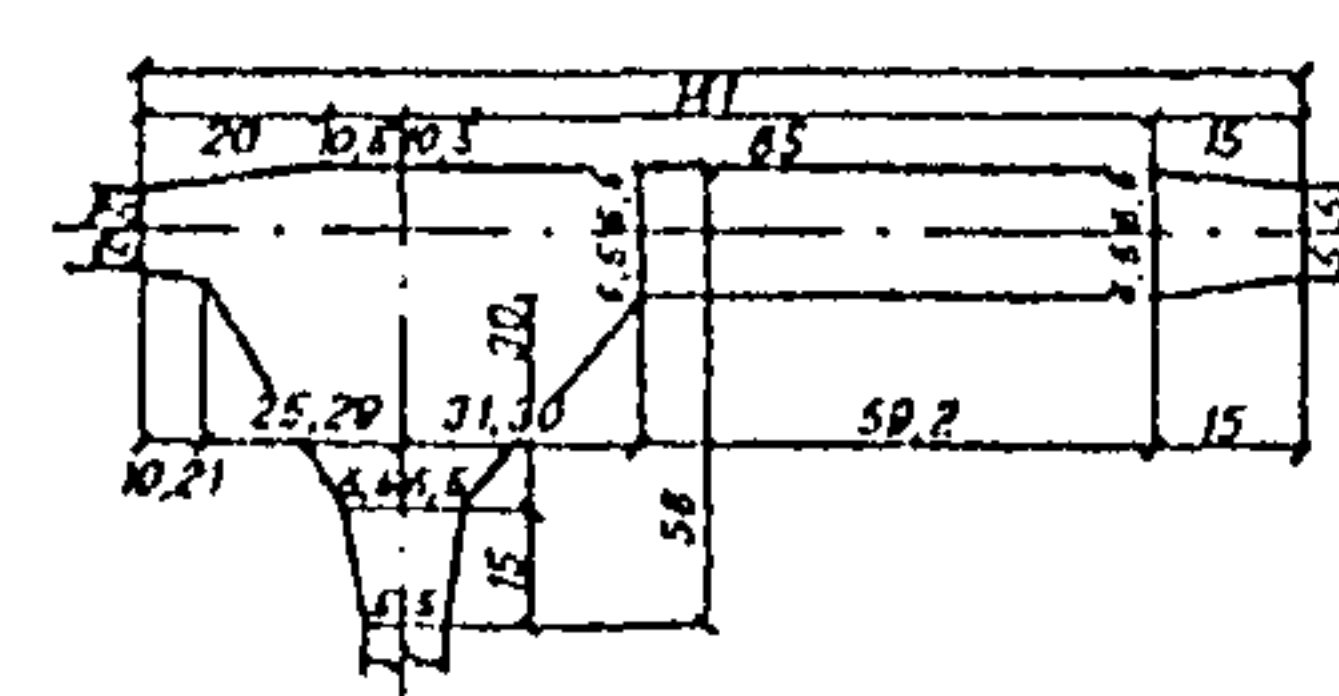


Тип III-3-С

Исходные данные: $\alpha=90^\circ$, $R_1=40$ м, $R_2=20$ м, $R_3=45$ м

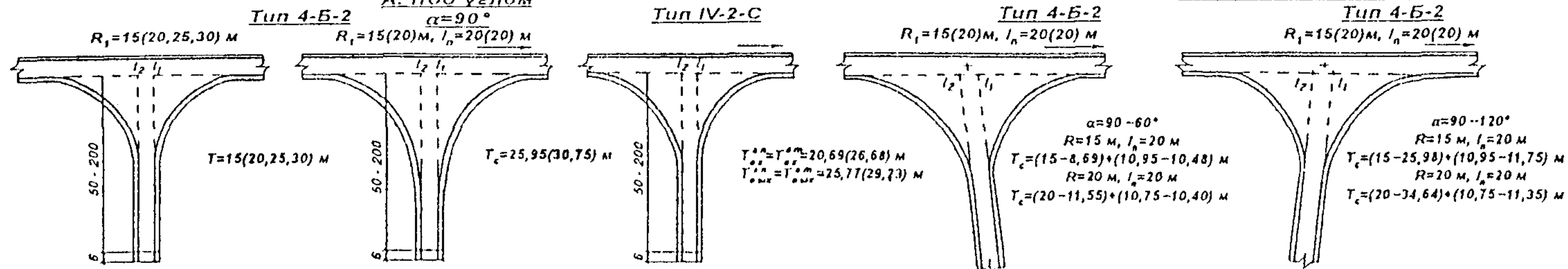


Тип IV-1-С Исходные данные: $\alpha=90^\circ$, $R_1=30$ м, $R_2=15$ м, $R_3=45$ м

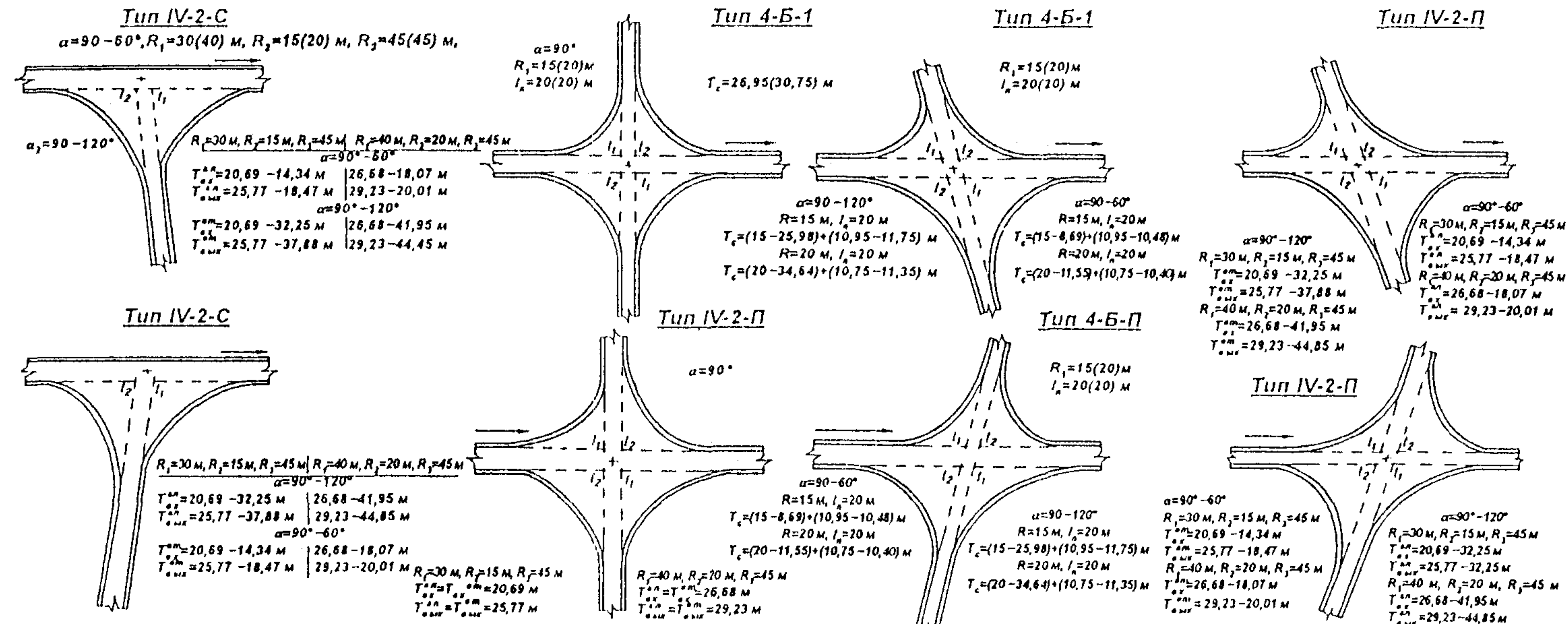


А. Под углом

$\alpha=90^\circ$

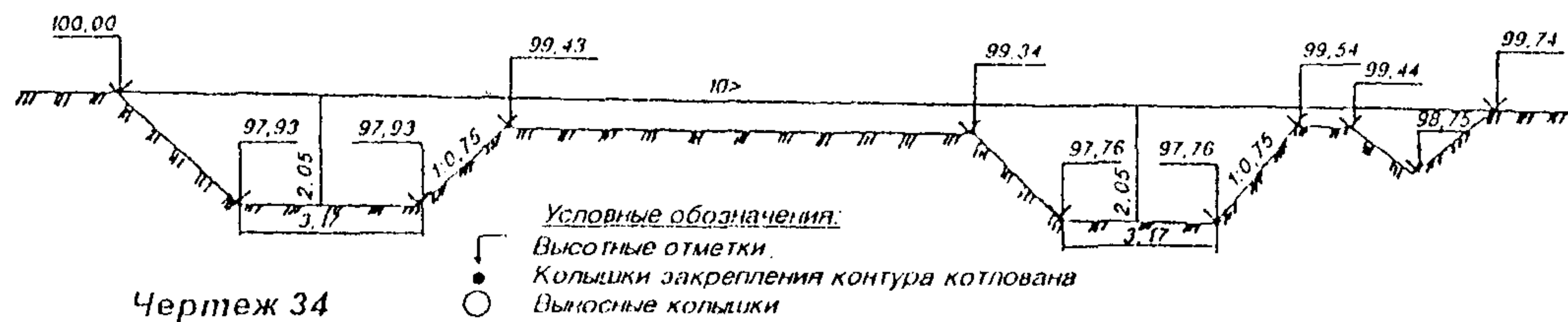
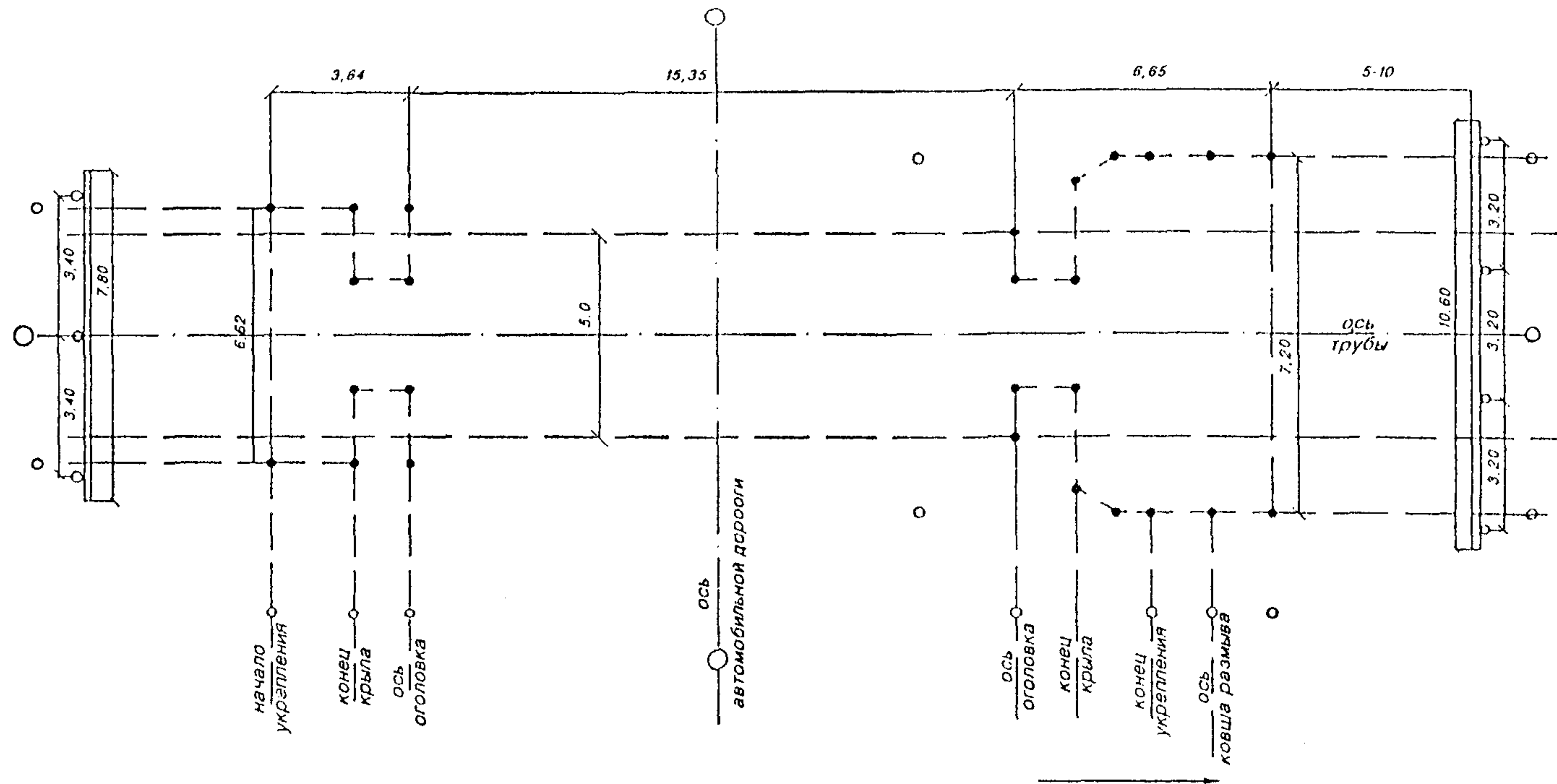


Пересечения автомобильных дорог

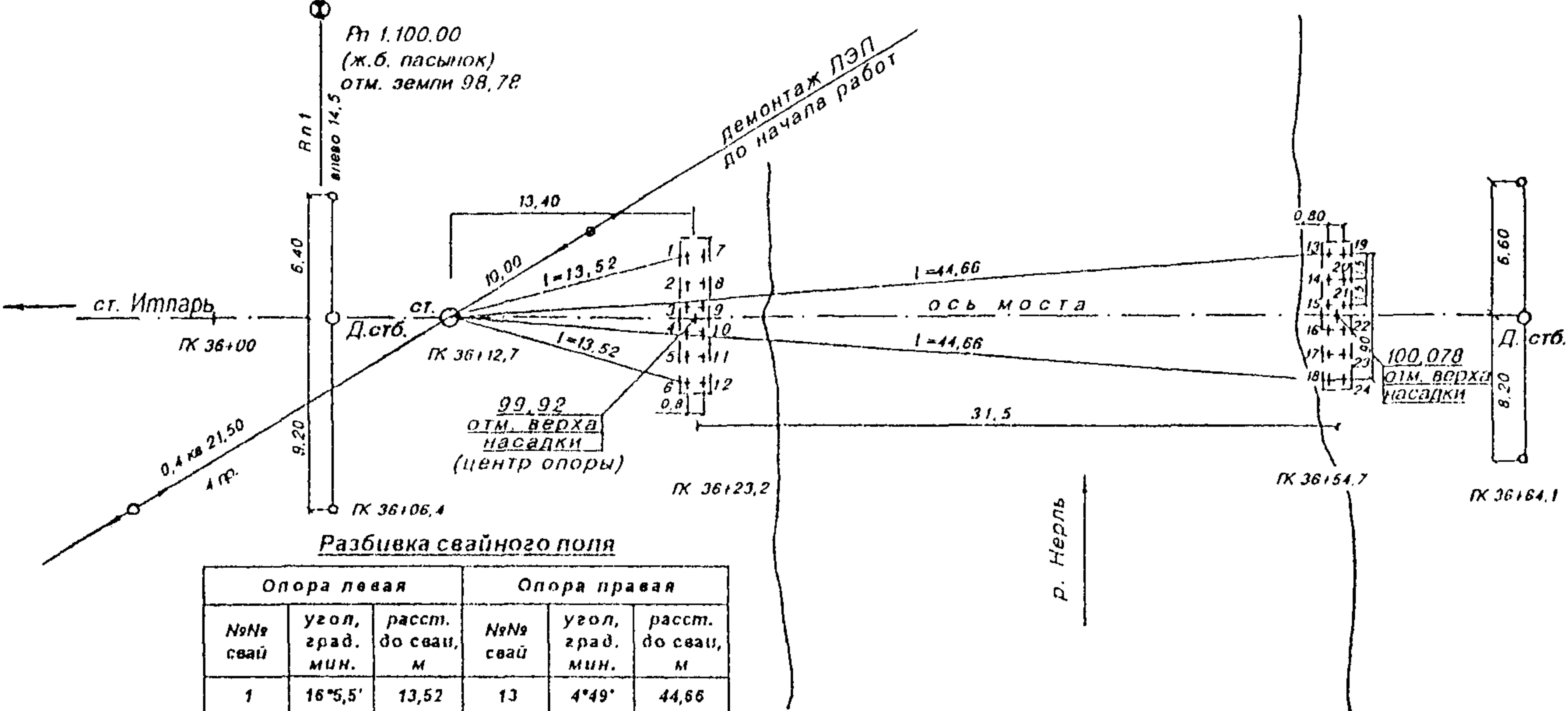


Чертеж 32

Разбивка котлована трубы
 $d=1,00\text{ м}, L=15,35\text{ м}$



Разбивка оси моста и свайного поля



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

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, $v_n(v_n)$.. 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 желательнее вне зоны затопления. Надпись: ось моста, $v_n(v_n)$...м
7. Водопропускная труба	–	В центре осей трубы и трассы кол 1 с надписью T_p , 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 выносятся ось трубы, границы укрепления, тела трубы и ковша размыва

Высотные отметки котлована обеспечиваются и контролируются нивелиром от временного репера, который устанавливается 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 м 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, I _п =20 м		R=20 м, I _п =20 м		R=25 м, I _п =20 м		R=30 м, I _п =30 м		R=50 м, I _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, I _п =40 м		R=80 м, I _п =45 м		R=100 м, I _п =50 м		R=150 м, I _п =60 м		R=200 м, I _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, I _п =80 м		R=300 м, I _п =90 м		R=400 м, I _п =100 м		R=500 м, I _п =110 м		R=600 м, I _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, I _п =120 м		R=800 м, I _п =120 м		R=900 м, I _п =120 м		R=1000 м, I _п =100 м		R=1100 м, I _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		

Прямоугольные координаты для детальной разбивки горизонтальных кривых от тангенса

К	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

[illegible]

K	R = 80 м		P = 80 м, $l_n = 45$ м		P = 100 м		P = 100 м, $l_n = 50$ м		P = 150 м		P = 150 м, $l_n = 60$ 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											137,56	46,49

K	R=200 м		R=200 м, $l_n=70$ м		R=250 м		R=250 м, $l_n=80$ м		R=300 м		R=300 м, $l_n=90$ 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				

К	R = 400 м		R = 400 м, $l_n = 100$ м		R = 500 м		R = 500 м, $l_n = 110$ м		R = 600 м		R = 600 м, $l_n = 120$ 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

K	R = 700 м		R = 700 м, $l_n=120$ м		R = 800 м		R = 800 м, $l_n=120$ м		R = 900 м		R = 900 м, $l_n=120$ 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, $l_n=100$ м		R =1100 м		R=1100 м, $l_n=100$ м		R =1200 м		R=1200 м, $l_n=100$ 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										

К	R = 1500 м		R=1500 м, $l_n=100$ м		R = 1800 м		R=1800 м, $l_n=100$ м		R = 2000 м		R=2000 м, $l_n=100$ 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

К	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	19,93	399,57	15,99

К	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 а, м	Перемещения		длина пере- ходной кривой l _п , м	расстоя- ние от НПК до т. К, L, м	Прямоугольные координаты	
		крайние с, м	проме- жуточ- ные, с ₁ , м			X _о , м	Y _о , 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 глав- ной дороги	I, II		III		III		IV, V (I-с, II-с)	
Категория второстеп. до- роги	IV, V		III		IV, V (I-с, II-с)		IV, V (I-с, II-с)	
Радиус сопря- жения, м	50, 25, 45		40, 20, 60		40, 20, 45		30, 15, 45	
Угол пересече- ния, 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	25,46	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 выража от двухскатного профиля к односкатному, равному уклону проезжей части по формуле

$$x = b \cdot i_{\text{пр}} : i_d \text{ при } i_b = 40 \%$$

Категория дороги, ши- рина проез- жей части	Тип покрытия	Поперечный уклон про- езжей 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		
			l _А =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	—	—

[illegible]

Таблица 1.8

Определение дополнительного уклона по формуле $i_d = 0,5 b(i_p + i_{пр}) : l_n$; $i_p = 40 ‰$

Категория дороги, ширина проезжей части	Тип покры- тия	Попереч- ный ук- лон про- езжей 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
			$l_n=30$	35	40	45	50	60	70	80	90	100	110	120	100
II-с-а b=4,5 м	Облегчен- ный	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	Капиталь- ный, облегчен- ный	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	Капиталь- ный, облегчен- ный	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	Капиталь- ный, облегчен- ный	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	Капиталь- ный	20	—	—	—	—	—	—	—	—	2,67	2,40	2,19	2,0	
			—	—	—	—	—	—	—	—	3,0	3,0	3,0	3,0	
II, b=9,0 м	Капиталь- ный	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

Рас- стоя- ние, м	Внутренняя часть							Пре- вы- ше- ние т. М, м	Внешняя часть					
	ушире- ние про- езжей час- ти/земля ного по- лотно, м	Земляное полотно		Обочина		Проезжая часть			Земляное полотно		Обочина		Проезжая часть	
		ширина, м/уклон, ‰	превы- шение т. F, м	ширина, м/уклон, ‰	превыш- ение т. Б, м	ширина, м/уклон, ‰	превыш- ение т. А, м		ширина, м/уклон, ‰	пре- выше- ние т. N, м	ширина, м/уклон, ‰	пре- выше- ние т. С, м	ширина, м/уклон, ‰	пре- выше- ние т. В, м
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Категория II-с-а 1. $\alpha=40^\circ$, $R=50$ м, $l_n=35$ м, $b=4,5$ м, $B=8,0$ м, $a=1,75$ м $i_B=40$ ‰, $i_{np}=20$ ‰, $\Delta=0,80$ м, $T_c=36,0$ м, $i_A=3,85$ ‰, $X=23,40$ 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	2,25/5,7	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	2,25/5,7	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

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Категория IV-в, I-с-в 2. $\alpha=37^\circ$, $R=60$ м, $l_n=40$ м, $b=6,0$ м, $B=8,0$ м, $a=1,0$ м $i_n=40$ ‰, $i_{np}=20$ ‰, $\Delta=1,40$ м, $T_c=40,28$ м, $i_d=4,5$ ‰, $X=27,00$ 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	4,82/0,0	-0,550	1,0/0,0	0,0	3,0/0,0	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	1,0/0,0	0,0	3,0/0,0	0,0
20,0	0,70/0,70	5,60/20,3	-0,714	1,0/40	-0,114	3,70/20	-0,074	-0,60	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. $\alpha=30^\circ$, $R=150$ м, $l_n=60$ м, $b=6,0$ м, $B=10$ м, $a=2,0$ м $i_n=40$ ‰, $i_{np}=20$ ‰, $\Delta=1,0$ м, $T_c=70,43$ м, $i_d=3$ ‰, $X=40$ 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	3,0/0,0	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	3,17/20	-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	3,33/20	-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	3,50/20	-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	3,67/20	-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	3,80/30	-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-a; I-c-a 4. $\alpha=30^\circ$, $R=300$ м, $l_n=90$ м, $b=(3+0,5)l=7,0$ м, $B=10$ м, $a=2,0-0,5=1,5$ м, $i_s=40$ ‰, $i_{np}=20$ ‰, $\Delta=0,60$ м, $T_c=107,26$ м, $i_d=3$ ‰, $X=40$ 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. $\alpha=30^\circ$, $R=600$ м, $l_n=120$ м, $b=(3,5+0,5) 2=8,0$ м, $B=12,0$ м, $a=2,5 -0,5 =2$ м, $i_n=40$ ‰, $i_{np}=20$ ‰, $\Delta=0,40$ м, $T_c=221,06$ м, $i_d=3$ ‰, $X=53,3$ 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. $\alpha=30^\circ$, $R=1000$ м, $l_n=100$ м, $b=(3,75+0,75) \cdot 2=9,0$ м, $B=15$ м, $a=3,75-0,75=3,0$ м, $i_b=30$ ‰, $i_{np}=20$ ‰, $\Delta=0,0$ м, $T_c=318,11$ м, $i_d=3$ ‰, $X=60,0$ 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: $l_1=l_0(1+im+i^2m^2)$;
 $l_0=B/2+(h_{до}-h_о)·m$ при условии $h_{до} \neq h_{изп}-h_{ло}$

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 _о =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 _о =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 _о =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 _о =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 _о =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 _о =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 $h_0=0,115$ 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 $h_0=0,10$ 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 $h_0=0,14$ 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 $h_0=0,13$ 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 $h_0=0,16$ 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 $h_0=0,21$ 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, м	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				Вспомо- гатель- ный 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		Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_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				Вспомо- гатель- ный угол, град.	Смещение точек t_1 и t_2 при радиусе кривой, м											
α_1	T_1	α_2	T_2		400		500		600		700		800		900	
					Π_1	H_2	H_1	Π_2	H_1	H_2	H_1	Π_2	H_1	Π_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

Угол примыкания, град., и тангенсы, м				Вспомо- гатель- ный 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		Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_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				Вспомога- тельный 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				Вспомо- гатель- ный 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		Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_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	1,07	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				Вспомо- гатель- ный 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	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				Вспомо- гатель- ный 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		Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_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	2,62	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	0,68	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				Вспомо- гатель- ный 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		Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_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	1,14	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	0,26	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

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				Вспомо- гатель- ный 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		Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_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				Вспомо- гатель- ный 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		Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_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

Угол примыкания, град., и тангенс сопряжения, м				Вспомо- гатель- ный угол γ , град	Смещение точек 1_1 и 1_2 при радиусе кривой, м											
					1000		1200		1400		1600		1800		2000	
α_1	T_1	α_2	T_2		Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_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,
 $l_n = 20$ м

Угол примыкания, град., и тангенсы, м				Вспомо- гатель- ный 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	II_1	II_2	II_1	II_2	H_1	II_2	II_1	II_2	II_1	II_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				Вспомо- гатель- ный 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				Вспомо- гатель- ный 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		Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_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

Таблица 1.16

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

Угол примыкания, град., и тангенсы, м				Вспомо- гатель- ный 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		Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_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				Вспомо- гатель- ный угол γ , град	Смещение точек t_1 и t_2 при радиусе кривой, м											
α_1	T_1	α_2	T_2		400		500		600		700		800		900	
α_1	T_1	α_2	T_2	град	Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_2	Π_1	Π_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				Вспомо- гатель- ный 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 $l_{\Pi} = 20$ м

Угол примыкания, град., и тангенсы, м				Вспомога- тельный 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	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				Вспомо- гатель- ный угол γ, град	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	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	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 тан- генсы, м				Вспомога- тельный 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	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

Примеры расчета виражей и уширений
проезжей части (Черт. 6)

А. Переход от двухскатного поперечного профиля
к односкатному с уклоном виража

Исходные данные: $R=250\text{м}$, $l_n=80\text{м}$, $\Delta=0,70\text{м}$, $B=10\text{м}$, $b=6,0\text{м}$, $h_{до}=0,55\text{м}$,
 $a_o=2,0\text{м}$, $i_o=i_b=40\text{‰}$, $i_{пр}=20\text{‰}$, $m=1,5$.

1. Определение дополнительного уклона

$i_d=0,5 \cdot b \cdot (i_{пр}+i_b):l_n=0,5 \cdot 6 \cdot (20+40):80=2,25\text{‰}$,
принимают $i_d=3\text{‰}$.

2. Определение участка «X»

$X=b \cdot i_{пр}:i_d=6 \cdot 20:3=40\text{м}$.

3. Определение поперечного уклона на участке «X» по формуле:

$i_l=2 \cdot L_l \cdot i_{пр}:X-i_{пр}$

$L=00\text{м}$	$i=-0,20\text{‰}$
$L=10\text{м}$	$i=2 \cdot 10 \cdot 20:40-20=-10\text{‰}$;
$L=20\text{м}$	$i=2 \cdot 20 \cdot 20:40-20=0,0\text{‰}$;
$L=30\text{м}$	$i=2 \cdot 30 \cdot 20:40-20=10\text{‰}$;
$L=40\text{м}$	$i=2 \cdot 40 \cdot 20:40-20=20\text{‰}$.

4. Определение поперечного уклона на оставшемся участке по формуле

$i=(L_l-X) \cdot (i_b-i_{пр}):(l_n-X)+i_{пр}$

$L=60\text{м}$	$i=(60-40) \cdot (40-20):(80-40)+20=30\text{‰}$,
$L=80\text{м}$	$i=(80-40) \cdot (40-20):(80-40)+20=40\text{‰}$.

5. Определение уширения проезжей части за счет ширины внутренней
обочины по формуле: $\Delta_l=L_l \cdot \Delta:l_n$, ширина обочины – $a_l=a_o-\Delta_l$.

Рас- стоя- ние, м	Уширение, м	Ширина обо- чины, м	Рас- стоя- ние, м	Уширение, м	Ширина обочины, м
00	00	2,0	40	$40 \cdot 0,70:80=0,35$	$2-0,35=1,65$
10	$10 \cdot 0,70:80=0,09$	$2-0,09=1,91$	60	$60 \cdot 0,70:80=0,52$	$2-0,52=1,48$
20	$20 \cdot 0,70:80=0,18$	$2-0,18=1,82$	80	$80 \cdot 0,70:80=0,70$	$2-0,70=1,30$
30	$30 \cdot 0,70:80=0,26$	$2-0,26=1,74$			

6. Определение ширины l_i и уклона i_i земляного полотна от оси до бровки:

Расстояние, м	Внутренняя часть	Внешняя часть
-10	$l=5+0,55\cdot1,5=5,82\text{м};$ $i=0,14:5,82\cdot1000=24\text{ ‰}$	$l=5+0,55\cdot1,5=5,82\text{м};$ $i=0,14:5,82\cdot1000=24\text{ ‰}$
00	$l=5+0,55\cdot1,5=5,82\text{м};$ $i=0,14:5,82\cdot1000=24\text{ ‰}$	$l=5,82\text{м};$ $i=0,10:5,82\cdot1000=17,2\text{ ‰}$
10	$l=5+0,55\cdot1,5=5,82\text{м};$ $i=0,138:5,82\cdot1000=23,7\text{ ‰}$	$l=5,82\text{м};$ $i=0,05:5,82\cdot1000=8,6\text{ ‰}$
20	$l=5+0,55\cdot1,5=5,82\text{м};$ $i=0,137:5,82\cdot1000=23,5\text{ ‰}$	$l=5,82\text{м};$ $i=0,0:5,82\cdot1000=0,0\text{ ‰}$
30	$l=5+0,55\cdot1,5=5,82\text{м};$ $i=0,135:5,82\cdot1000=23,2\text{ ‰}$	$l=5,82\text{м};$ $i=0,05:5,82\cdot1000=8,6\text{ ‰}$
40	$l=5+0,55\cdot1,5=5,82\text{м};$ $i=0,133:5,82\cdot1000=22,8\text{ ‰}$	$l=5,82\text{м};$ $i=0,10:5,82\cdot1000=17,2\text{ ‰}$
60	$l=5+(0,55-0,14+0,165)\cdot1,5=5,86\text{м};$ $i=0,165:5,86\cdot1000=28,2\text{ ‰}$	$l=5,82\text{м};$ $i=0,15:5,82\cdot1000=25,89\text{ ‰}$
80	$l=5+(0,55-0,14+0,20)\cdot1,5=5,91\text{м};$ $i=0,20:5,91\cdot1000=33,8\text{ ‰}$	$l=5,82\text{м};$ $i=0,20:5,82\cdot1000=34,4\text{ ‰}$

7. Основные параметры по расчету виража:

Рас- стоя- ние, м	Внутренняя часть							Ось доро- ги, т. М, м
	Уши- ре- ние, м	Земляное полотно		Обочина		Проезжая часть		
		ширина, м/уклон, ‰	превы- шение т. F, м	ширина, м/уклон, ‰	превы- шение т. E, м	ширина, м/уклон, ‰	превы- шение 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	-0,55
80	0,70	5,91/33,8	-0,750	1,30/40	-0,20	3,70/40	-0,148	-0,55

Рас- стояние, м	Внешняя часть						Ось дороги т. М, м
	Земляное полотно		Обочина		Проезжая часть		
	ширина, м/уклон, ‰	превыш ение т. N, м	ширина, м/уклон, ‰	превы- шение т. С. м	ширина, м/уклон, ‰	превыше- ние 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 (Черт. 3)

Исходные данные:

1. $R_1=250\text{м}$, $l_{\pi}=80\text{м}$, $l_{\pi\sigma}=40\text{м}$, $B=10\text{м}$, $a=2,0\text{м}$, $b=6\text{м}$, $\Delta=0,70\text{м}$, $i_o=i_{\sigma}=40\text{‰}$, $i_{\pi\sigma}=20\text{‰}$, $h_{до}=0,55\text{м}$, $h_o=0,14\text{м}$.
2. $R_2=200\text{м}$, $l_{\pi}=70\text{м}$, $B=10\text{м}$, $b=6\text{м}$, $a=2,0\text{м}$, $\Delta=0,80\text{м}$, $i_o=i_{\sigma}=40\text{‰}$, $i_{\pi\sigma}=20\text{‰}$, $h_{до}=0,55\text{м}$, $h_o=0,14\text{м}$.

Решение:

$R_1=250\text{м}$	$R_2=200\text{м}$
1. Определение дополнительного уклона по формуле: $i_d=(0,5 \cdot b \cdot i_{\sigma}) \cdot (l_{\pi}+0,5 \cdot l_{\pi\sigma})$	
$i_d=(0,5 \cdot 6 \cdot 40):(80+0,5 \cdot 40)=1,2 \text{ ‰}$ принимают $i_d=3 \text{ ‰}$	$i_d=(0,5 \cdot 6 \cdot 40):(70+0,5 \cdot 40)=1,33 \text{ ‰}$ принимают $i_d=3 \text{ ‰}$
2. Определение участка «X» по формуле: $X=0,5 \cdot b \cdot i_{\pi\sigma} \cdot i_d$	
$X=0,5 \cdot 6 \cdot 0,20 \cdot 3=20\text{м}$	$X=0,5 \cdot 6 \cdot 0,20 \cdot 3=20\text{м}$
3. Определение поперечного уклона на участке «X» по формуле: $i=L_i \cdot i_{\pi\sigma} \cdot X$	
$L=10\text{м}$, $i=10 \cdot 20 \cdot 20=10 \text{ ‰}$ $L=20\text{м}$, $i=20 \cdot 20 \cdot 20=20 \text{ ‰}$	$L=10\text{м}$, $i=10 \cdot 20 \cdot 20=10 \text{ ‰}$ $L=20\text{м}$, $i=20 \cdot 20 \cdot 20=20 \text{ ‰}$
4. Определение поперечных уклонов на оставшихся участках по формуле: $i_l=\frac{(L_i - X) \cdot (i_{\sigma} - i_{\pi\sigma})}{l_{\pi} + 0,5 \cdot l_{\pi\sigma} - X} + i_{\pi\sigma}$	
$L=40\text{м}$, $i=\frac{(40 - 20) \cdot (40 - 20)}{80 + 0,5 \cdot 40 - 20} + 20=25 \text{ ‰};$	$L=40\text{м}$, $i=\frac{(40 - 20) \cdot (40 - 20)}{70 + 20 - 20} + 20 = 25,7 \text{ ‰};$
$L=60\text{м}$, $i=\frac{(60 - 20) \cdot (40 - 20)}{80 + 0,5 \cdot 40 - 20} + 20=30 \text{ ‰};$ $L=80\text{м}$, $i=\frac{(80 - 20) \cdot (40 - 20)}{80 + 0,5 \cdot 40 - 20} + 20=35 \text{ ‰};$ $L=100\text{м}$, $i=\frac{(100 - 20) \cdot (40 - 20)}{80 + 0,5 \cdot 40 - 20} + 20=40 \text{ ‰}.$	$L=60\text{м}$, $i=\frac{(60 - 20) \cdot 20}{70} + 20=31,4 \text{ ‰};$ $L=75\text{м}$, $i=\frac{(75 - 20) \cdot 20}{70} + 20=36 \text{ ‰};$ $L=90\text{м}$, $i=\frac{(90 - 20) \cdot 20}{70} + 20=40 \text{ ‰}.$

5. Определение уширения проезжей части ширины обочины на внутренней стороне проезжей части по формулам

$$\Delta_i = \frac{L_i - 0,5 \cdot l_{пр}}{l_n} \cdot \Delta; \quad a_i = a_0 - \Delta_i.$$

Рас- стоя- ние, м	R ₁ =250м		Рас- стоя- ние, м	R ₂ =200м	
	Уширение, м	Ширина обо- чины, м		Уширение, м	Ширина обо- чины, 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		
Рас- стоя- ние, м	Внутренняя часть	Внешняя часть
100	$l=5+(0,55-0,14+0,20) \cdot 1,5=5,91\text{м};$ $i=\frac{0,20}{5,91} \cdot 1000=33,8 \text{ ‰}$	$l=5+0,55 \cdot 1,5=5,82 \text{ м};$ $i=\frac{0,20}{5,82} \cdot 1000=34,4 \text{ ‰}$
80	$l=5+(0,55-0,14+0,18) \cdot 1,5=5,88\text{м};$ $i=\frac{0,18}{5,88} \cdot 1000=30,6 \text{ ‰}$	$l=5+0,55 \cdot 1,5=5,82 \text{ м};$ $i=\frac{0,175}{5,82} \cdot 1000=30 \text{ ‰}$
60	$l=5+(0,55-0,14+0,17) \cdot 1,5=5,87\text{м};$ $i=\frac{0,17}{5,87} \cdot 1000=29,0 \text{ ‰}$	$l=5+0,55 \cdot 1,5=5,82\text{м};$ $i=\frac{0,15}{5,82} \cdot 1000=25,8 \text{ ‰}$
40	$l=5+(0,55-0,14+0,15) \cdot 1,5=5,84\text{м};$ $i=\frac{0,15}{5,84} \cdot 1000=25,7 \text{ ‰}$	$l=5+0,55 \cdot 1,5=5,82 \text{ м};$ $i=\frac{0,125}{5,82} \cdot 1000=21,5 \text{ ‰}$
20	$l=5+0,55 \cdot 1,5=5,82;$ $i=\frac{0,14}{5,82} \cdot 1000=24 \text{ ‰}$	$l=5+0,55 \cdot 1,5=5,82 \text{ м};$ $i=\frac{0,10}{5,82} \cdot 1000=17,2 \text{ ‰}$
10	$l=5+0,55 \cdot 1,5=5,82;$ $i=\frac{0,07}{5,82} \cdot 1000=12 \text{ ‰}$	$l=5+0,55 \cdot 1,5=5,82 \text{ м};$ $i=\frac{0,05}{5,82} \cdot 1000=8,6 \text{ ‰}$
00	$l=5+0,55 \cdot 1,5=5,82;$ $i=\frac{0,0}{5,82} \cdot 1000=0,0 \text{ ‰}$	$l=5+0,55 \cdot 1,5=5,82 \text{ м};$ $i=\frac{0,0}{5,82} \cdot 1000=0,0 \text{ ‰}$

$R_2=200\text{м}$		
Рас- стоя- ние, м	Внутренняя часть	Внешняя часть
00	$l=5+0,55\cdot 1,5=5,82\text{м};$ $i=0,0\text{ ‰}$	$l=5+0,55\cdot 1,5=5,82\text{ м};$ $i=0,0\text{ ‰}$
10	$l=5+0,55\cdot 1,5=5,82\text{м};$ $i=\frac{0,07}{5,82}\cdot 1000=12\text{ ‰}$	$l=5+0,55\cdot 1,5=5,82\text{ м};$ $i=\frac{0,05}{5,82}\cdot 1000=8,6\text{ ‰}$
20	$l=5+0,55\cdot 1,5=5,82\text{м};$ $i=\frac{0,14}{5,82}\cdot 1000=24\text{ ‰}$	$l=5+0,55\cdot 1,5=5,82\text{ м};$ $i=\frac{0,10}{5,82}\cdot 1000=17,2\text{ ‰}$
40	$l=5+(0,55-0,14+0,15)\cdot 1,5=5,84\text{м};$ $i=\frac{0,15}{5,84}\cdot 1000=25,7\text{ ‰}$	$l=5+0,55\cdot 1,5=5,82\text{ м};$ $i=\frac{0,128}{5,82}\cdot 1000=22\text{ ‰}$
60	$l=5+(0,55-0,14+0,17)\cdot 1,5=5,86\text{м};$ $i=\frac{0,17}{5,86}\cdot 1000=29\text{ ‰}$	$l=5+0,55\cdot 1,5=5,82\text{ м};$ $i=\frac{0,156}{5,82}\cdot 1000=26,7\text{ ‰}$
75	$l=5+(0,55-0,14+0,185)\cdot 1,5=5,89\text{м};$ $i=\frac{0,185}{5,89}\cdot 1000=31,4\text{ ‰}$	$l=5+0,55\cdot 1,5=5,82\text{ м};$ $i=\frac{0,18}{5,82}\cdot 1000=30,9\text{ ‰}$
90	$l=5+(0,55-0,14+0,20)\cdot 1,5=5,9\text{м};$ $i=\frac{0,20}{5,9}\cdot 1000=33,8\text{ ‰}.$	$l=5+0,55\cdot 1,5=5,82\text{ м};$ $i=\frac{0,20}{5,82}\cdot 1000=34,4\text{ ‰}.$

Основные параметры по расчету виража

Рас- стоя- ние, м	Внутренняя часть							Ось проез- жей части т. М, м	Внешняя часть					
	Ушире- ние проез- жей части, м	Земляное полот- но		Обочина		Проезжая часть			Земляное по- лотно		Обочина		Проезжая часть	
		ширина, м/уклон, ‰	пре- выше- ние т. F, м	ширина, м/уклон, ‰	пре- выше- ние т. E, м	ширина, м/уклон, ‰	превы- шение т. Д, м		ширина, м/уклон, ‰	пре- выше- ние т. N, м	ширина, м/уклон, ‰	пре- выше- ние т. С, м	ширина, м/уклон, ‰	пре- выше- ние 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 выража при сопряжении двух кривых, направленных в одну сторону
без прямой вставки между ними или с прямой вставкой менее 100 м (Черт 9)

Дано: 1. $R=250$ м, $l_n=80$ м, $l_{np}=40$ м, $\Delta=0,70$ м, $B=10$ м, $b=6,0$ м, $a_0=2,0$ м, $h_{до}=0,55$ м, $h_0=0,14$ м, $i_B=i_0=40$ ‰, $i_{np}=20$ ‰.
2. $R=200$ м, $l_n=70$ м, $\Delta=0,80$ м, $B=10$ м, $b=6,0$ м, $a_0=2,0$ м, $h_{до}=0,55$ м, $h_0=0,14$ м, $i_B=i_0=40$ ‰, $i_{np}=20$ ‰.

1. Определение поперечных уклонов на участке переходной кривой по формуле:

$$i_i = \frac{l_i (i_B - i_{np})}{l_n} + i_{np}$$

Расстояние, м	Величина поперечного уклона, ‰ $R_1 = R = 250$ м	Расстояние, м	Величина поперечного уклона, ‰ $R_2 = R = 200$ м
80	$80 \cdot (40 - 20) : 80 + 20 = 40$	00	$00 \cdot (40 - 20) : 70 + 20 = 20$
60	$60 \cdot (40 - 20) : 80 + 20 = 35$	20	$20 \cdot (40 - 20) : 70 + 20 = 26$
40	$40 \cdot (40 - 20) : 80 + 20 = 30$	40	$40 \cdot (40 - 20) : 70 + 20 = 31$
20	$20 \cdot (40 - 20) : 80 + 20 = 25$	60	$60 \cdot (40 - 20) : 70 + 20 = 37$
00	$00 \cdot (40 - 20) : 80 + 20 = 20$	70	$70 \cdot (40 - 20) : 70 + 20 = 40$

2. Определение уширения проезжей части и ширины обочины по формулам

$$\Delta_i = \frac{l_i \cdot \Delta}{l_n}; \quad a = a_0 - \Delta_i$$

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	$80 \cdot 0,70 : 80 = 0,70$	$2,0 - 0,7 = 1,3$	00	00	$2,0 - 0 = 2,0$
60	$60 \cdot 0,70 : 80 = 0,53$	$2,0 - 0,53 = 1,47$	20	$20 \cdot 0,80 : 70 = 0,23$	$2,0 - 0,23 = 1,77$
40	$40 \cdot 0,70 : 80 = 0,35$	$2,0 - 0,35 = 1,65$	40	$40 \cdot 0,80 : 70 = 0,46$	$2,0 - 0,46 = 1,54$
20	$20 \cdot 0,70 : 80 = 0,18$	$2,0 - 0,18 = 1,82$	60	$60 \cdot 0,80 : 70 = 0,69$	$2,0 - 0,69 = 1,31$
00	00	$2,0 - 0 = 2,0$	70	$70 \cdot 0,80 : 70 = 0,80$	$2,0 - 0,8 = 1,20$

3. Определение ширины земляного полотна и поперечных уклонов

Рас- стоя- ния, м	Внутренняя часть	Внешняя часть
	$R_1=250$ м	
80	$l = 5 + (0,55 - 0,14 + 0,20) \cdot 1,5 = 5,91$ м, $i = \frac{0,20}{5,91} \cdot 1000 = 33,8$ ‰	$l = 5 + 0,55 \cdot 1,5 = 5,82$ м, $i = \frac{0,20}{5,82} \cdot 1000 = 34,4$ ‰
60	$l = 5 + (0,55 - 0,14 + 0,183) \cdot 1,5 = 5,89$ м, $i = \frac{0,183}{5,89} \cdot 1000 = 31$ ‰	$l = 5 + 0,55 \cdot 1,5 = 5,82$ м, $i = \frac{0,175}{5,82} \cdot 1000 = 30$ ‰
40	$l = 5 + (0,55 - 0,14 + 0,166) \cdot 1,5 = 5,86$ м, $i = \frac{0,166}{5,86} \cdot 1000 = 28,3$ ‰	$l = 5 + 0,55 \cdot 1,5 = 5,82$ м, $i = \frac{0,15}{5,82} \cdot 1000 = 25,8$ ‰
20	$l = 5 + (0,55 - 0,14 + 0,153) \cdot 1,5 = 5,84$ м, $i = \frac{0,153}{5,84} \cdot 1000 = 26,4$ ‰	$l = 5 + 0,55 \cdot 1,5 = 5,82$ м, $i = \frac{0,125}{5,82} \cdot 1000 = 21,5$ ‰
00	$l = 5 + 0,55 \cdot 1,5 = 5,82$ м, $i = \frac{0,14}{5,82} \cdot 1000 = 24,0$ ‰	$l = 5 + 0,55 \cdot 1,5 = 5,82$ м, $i = \frac{0,10}{5,82} \cdot 1000 = 17,2$ ‰
$R_2=200$ м		
00	$l = 5 + 0,55 \cdot 1,5 = 5,82$ м, $i = \frac{0,14}{5,82} \cdot 1000 = 24$ ‰	$l = 5 + 0,55 \cdot 1,5 = 5,82$ м, $i = \frac{0,10}{5,82} \cdot 1000 = 17,2$ ‰
20	$l = 5 + (0,55 - 0,14 + 0,148) \cdot 1,5 = 5,84$ м, $i = \frac{0,148}{5,84} \cdot 1000 = 25,3$ ‰	$l = 5 + 0,55 \cdot 1,5 = 5,82$ м, $i = \frac{0,13}{5,82} \cdot 1000 = 22,3$ ‰
40	$l = 5 + (0,55 - 0,14 + 0,169) \cdot 1,5 = 5,87$ м, $i = \frac{0,169}{5,87} \cdot 1000 = 28,8$ ‰	$l = 5 + 0,55 \cdot 1,5 = 5,82$ м, $i = \frac{0,155}{5,82} \cdot 1000 = 26,6$ ‰
60	$l = 5 + (0,55 - 0,14 + 0,188) \cdot 1,5 = 5,90$ м, $i = \frac{0,188}{5,90} \cdot 1000 = 31,9$ ‰	$l = 5 + 0,55 \cdot 1,5 = 5,82$ м, $i = \frac{0,185}{5,82} \cdot 1000 = 31,8$ ‰
70	$l = 5 + (0,55 - 0,14 + 0,20) \cdot 1,5 = 5,91$ м, $i = \frac{0,20}{5,91} \cdot 1000 = 33,8$ ‰	$l = 5 + 0,55 \cdot 1,5 = 5,82$ м, $i = \frac{0,20}{5,82} \cdot 1000 = 34,4$ ‰

Основные параметры по расчету виража

Рас- стоя- ние, м	Внутренняя часть							Ось про- езжей части т. М, м	Внешняя часть					
	Ушире- ние про- езжей части, м	Земляное полотно		Обочина		Проезжая часть			Земляное полотно		Обочина		Проезжая часть	
		ширина, м/уклон,‰	превыш ение т. F, м	ширина, м/уклон,‰	превы- шение т. E, м	ширина, м/ уклон, ‰	превы- шение т. Д, м		ширина, м/уклон, ‰	превыш ение т. N, м	ширина, м/уклон, ‰	превыш ение т. С, м	шири- на, м/укло н,‰	превыш ение 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	3,0/20	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, $\Delta = 0,0$ м, $B = 10$ м, $b = 6,0$ м, $l_n = 100$ м, $a_o = 2,0$ м, $1:m = 1:1,5$, $h_{до} = 0,55$ м, $h_o = 0,14$ м, $l_k = 40$ м, $i_{в1} = 30$ ‰, $i_o = 40$ ‰.

2. $R_2 = 250$ м, $\Delta = 0,70$ м, $B = 10$ м, $b = 6,0$ м, $l_n = 80$ м, $a_o = 2,0$ м, $1:m = 1:1,5$, $i_{в2} = 40$ ‰, $l_{np} = 20$ ‰. (Черт. 10)

1. Определение уклона, уширения проезжей части и ширины обочины на круговой вставке $l_k=40$ м по формулам

$$i = \frac{l_{ki}(i_{B2} - i_{B1})}{l_k} + i_{B1}, \Delta = \frac{l_{ki}(\Delta_{B2} - \Delta_{B1})}{l_k} + \Delta_{B1}.$$

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	$l = 5,0 + (0,55 - 0,14 + 0,15) \cdot 1,5 = 5,84$ м, $i = \frac{0,15}{5,84} \cdot 1000 = 25,7$ ‰	$l = 5 + 0,55 \cdot 1,5 = 5,82$ м, $i = \frac{0,15}{5,82} \cdot 1000 = 25,8$ ‰
10	$l = 5,0 + (0,55 - 0,14 + 0,16) \cdot 1,5 = 5,86$ м, $i = \frac{0,16}{5,86} \cdot 1000 = 27,3$ ‰	$l = 5 + 0,55 \cdot 1,5 = 5,82$ м, $i = \frac{0,162}{5,82} \cdot 1000 = 27,8$ ‰
20	$l = 5,0 + (0,55 - 0,14 + 0,175) \cdot 1,5 = 5,88$ м, $i = \frac{0,175}{5,88} \cdot 1000 = 29,8$ ‰	$l = 5 + 0,55 \cdot 1,5 = 5,82$ м, $i = \frac{0,175}{5,82} \cdot 1000 = 30,0$ ‰
30	$l = 5,0 + 0,55 - 0,14 + 0,187 \cdot 1,5 = 5,90$ м, $i = \frac{0,187}{5,90} \cdot 1000 = 31,7$ ‰	$l = 5 + 0,55 \cdot 1,5 = 5,82$ м, $i = \frac{0,187}{5,82} \cdot 1000 = 32,1$ ‰
40	$l = 5,0 + (0,55 - 0,14 + 0,20) \cdot 1,5 = 5,91$ м, $i = \frac{0,20}{5,91} \cdot 1000 = 33,8$ ‰	$l = 5 + 0,55 \cdot 1,5 = 5,82$ м, $i = \frac{0,20}{5,82} \cdot 1000 = 34,4$ ‰

Основные параметры по переходу от $i_{в1}$ к $i_{в2}$

Рас- стоя- ние, м	Ук- лон, ‰	Внутренняя часть							Ось прое зжей части т. М, м	Внешняя часть					
		Уши- рение, м	Земляное полотно		Обочина		Проезжая часть			Земляное полотно		Обочина		Проезжая часть	
			ширина, м/уклон, ‰	пре- выше- ние т. F, м	ширина, м/уклон, ‰	пре- выше- ние т. Е, м	ширина, м/уклон, ‰	превы- шение т. Д, м		ширина, м/уклон, ‰	пре- выше- ние т. N, м	ширина, м/уклон, ‰	превы- шение т. С, м	шири- на, м/укло н,‰	превы- шение 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	0,17 5	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	0,52 5	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

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.	3
		Деревянная	2
35	Натяжная	Металл. и ж. б.	4
		Деревянная	3
110	Поддерживающая	Металл. и ж. б.	6–8
		Деревянная	5–7
	Натяжная	Металл. и ж. б.	7–9
		Деревянная	6–8
150	Поддерживающая и натяжная	Металл. и ж. б.	8–10
		Деревянная	7–9
220	Поддерживающая и натяжная	Металл. и ж. б.	10–14
		Деревянная	9–13
330	Поддерживающая и натяжная	Металл. и ж. б.	14–21
500	Поддерживающая и натяжная	Металлическая	21–29

Формулы площадей плоских фигур

1. Квадрат $S = a^2 = \frac{d^2}{2}$
где a – сторона квадрата, d – диагональ.
2. Прямоугольник $S = a \cdot b$,
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 $S = \frac{d_1 \cdot d_2}{2} \cdot \sin \alpha$,
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 $S = \frac{2}{3} \sqrt{3} a^2$,
где a – сторона.
1. 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.
2. 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.

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.)

$$\begin{aligned}
 T &= (R + \rho) * \operatorname{tg}(\alpha \div 2) + m; \\
 K &= \pi * R * \alpha \div 180 + l_n; \\
 D &= 2T - K; \\
 B &= (R + \rho) * \operatorname{Sec}(\alpha \div 2) - R; \\
 H_3 &= B \cdot Y - T; \\
 K_3 &= H_3 + K; \\
 d &= H_3 - K_{i-1}; \\
 B_{Y_{i+1}} &= B_{Y_i} + S_{i,i+1} - D_i; \\
 \rho &= l_n^2 \div 24 R; \quad m = l_n \div 2 - l_n^3 \div 240 R^2
 \end{aligned}$$

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 $x^2 \div 24 \div$ RCL 2 + RCL 2 = STO 7 * (RCL 1 $\div$ 2) tan +
 RCL 3 $\div$ 2 - RCL 3 $y^3 \div 240 \div$ RCL 2 $x^2 =$ STO 8 INV HLT $\pi * \text{RCL 2} * \text{RCL 1} \div 180$
 + RCL 3 = STO 9 INV HLT RCL 1 $\div$ 2 = Cos 1/x * RCL 7 - RCL 2 = INV HLT RCL 8 *
 2 - RCL 9 = STO 7 INV HLT RCL 6 - RCL 8 = STO 5 INV HLT + RCL 9 = INV HLT
 INV $x \leftrightarrow y$ - 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, Іп=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 _{і-1}) в метрах
93,88 STO 6	93,88	ПК (ВУ _і) в метрах
RUN 7	-001-	
65°59'10"	65,5910	α, ввод угла поворота
RUN	-002-	
100 STO2	100.00	R, ввод радиуса
50 STO3	50,00	Іп ввод переходной кривой
314,17 STO4	314,17	S _{і+1} ввод расстояния (ВУ _і - ВУ _{і+1})
RUN	90,54	T
RUN	165,16	K
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 _{і+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

$x = K - K^5 \div 40 C^2;$

$y = K^3 \div 6 C;$

$C = R Іп;$

б) Круговая кривая

$x_i = R * Sin(90^\circ \div \pi R) * (Іп + 2 L_1) + m;$

$y_i = R * (1 - Cos(90^\circ \div \pi R) * (Іп + 2 L_1)) + p;$

$m = Іп \div 2 - Іп^3 \div 240 R^2;$

$p = Іп^2 \div 24 R;$

где K – искомое расстояние;

Іп – длина переходной кривой;

R – радиус;

$L_1 = K - Іп.$

При вводе программы:

а) выполнить пункт (а) программы №1;

б) ввести: радиус в память 1 (250 STO 1);

I_n в память 2 (80 STO 2).
Ввод программы: (117 шагов)

MODE7

INV [x] STO 0 - RCL 0 $y^x 5 \div 40 \div (RCL 1 * RCL 2) STO 3 x^2 = STO 8 RCL 0$
 $y^x 3 \div 6 \div RCL 3 = STO 9 RCL 2 INV x \leq m 7 RCL 8 INV HTL RCL 9 INV HLT INV goto$
 $+/- 0 RCL 0 - RCL 2 = x 2 + RCL 2 = x 90 \div \pi \div RCL 1 = STO 4 Sin * RCL 1 + RCL 2$
 $\div 2 - RCL 2 y^x 3 \div 240 \div RCL 1 x^2 = INV HLT 1 - RCL 4 Cos = x RCL 1 + RCL 2 x^2 \div$
 $24 \div RCL 1 = INV HLT INV goto +/- 0$
MODE 1

Порядок работы и контрольный пример

Исходные данные: R = 250 м, I_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 I_n в память 2
RUN7	-001-	
30.65	30.65	Ввод искомого расстояния (K)
RUN	30.65	X
RUN	0.24	Y
RUN	-001-	Ввод K
139.56	139.56	Ввод K
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:

$\alpha\alpha_3 = 180 * T_{c1} \div \pi R;$
 $\alpha\alpha_4 = 180 * T_{c2} \div \pi R;$
 $H_1 = \sqrt{b_1^2 + a_1^2};$
 $H_2 = \sqrt{b_2^2 + a_2^2};$
 $b_1 = T_{c1} * tg \alpha_3;$
 $a_1 = b_1 * tg \gamma;$
 $b_2 = T_{c2} * tg \alpha_4;$
 $a_2 = b_2 * tg \gamma;$
 $\gamma = 90^\circ - \alpha_1;$ (для острого угла)
 $\gamma = \alpha_2 - 90^\circ;$ (для тупого угла)
Если $\alpha_1 = \alpha_2 = 90^\circ$, 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 $\alpha=35^\circ$ выполнить примыкание радиусом 15 м, переходная кривая $I_n=20$ м под углом 75° к горизонтальной кривой радиусом 200 м.

Исходные данные: $\alpha=35^\circ$, $R=200$ м; $\alpha_1=75^\circ$, $T_{c1}=22,20$ м, $\alpha_2=105^\circ$, $T_{c2}=30,84$ м, радиус примыкания $R=15$ м, $I_n=20$ м.

Ввод программы: (83 шага)

MODE 7

$180 * RCL 2 \div (\pi * RCL 3) STO 6 = STO 7 INV DMS INV HLT RCL 2 * RCL 7$
 $\tan = x^2 * (1 + (90 - RCL 1) \tan x^2) = INV \sqrt{} INV HLT 180 * RCL 5 \div RCL 6 = STO$
 $7 INV DMS INV HLT RCL 5 * RCL 7 \tan = x^2 * (1 + (RCL 4 - 90) \tan x^2) = INV \sqrt{}$

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 доро- гах II, III, IV, I-с, II-с, III-с категорий путем вращения вокруг оси покры- тия.....	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 поперечно- му 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 горизон- тальной 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 при- менением переходных кривых.....	88
Таблица 1.3. Прямоугольные координаты для детальной разбивки горизон- тальных 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 одностатному, равному уклону проезжей части.....	104
Таблица 1.8. Определение дополнительного уклана.....	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
Печать офсетная	Усл. печ. л. 9,5	Уч.-изд. л. 8,2
Тираж 500 экз.	Заказ 509	Цена договорная