

Лекция 3. Проектирование элементов ТР

1. Проектирование переходно-скоростных полос

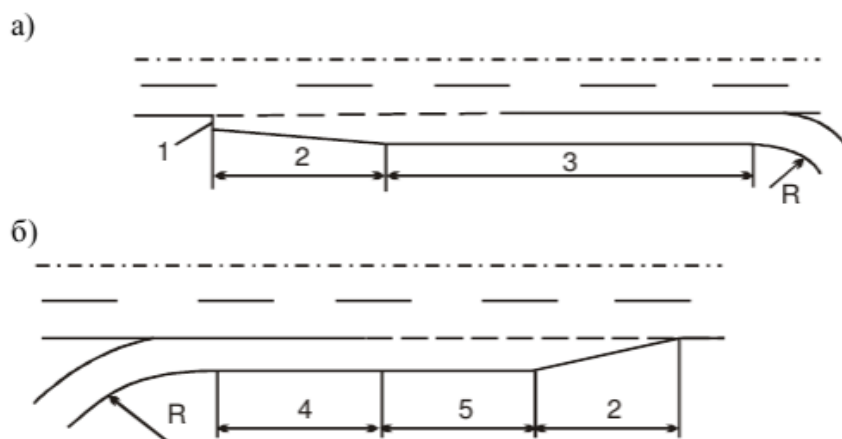
2. Проектирование зоны переплетения потоков

1 Проектирование переходно-скоростных полос

Переходно-скоростной полоса состоит, как правило, их трёх элементов:

- длина участка изменения скорости - $L_{изм}$,
- длина участка маневрирования, на котором водитель в движении определяет возможность выезда на главную дорогу - $L_{м}$,
- длина отгона ширины полосы - $L_{отг}$.

Основные элементы переходно-скоростной полосы представлены на рисунке 1.



1 – уступ шириной 0,5 м; 2 – участок смены полосы движения (отгон ширины полосы); 3 – участок снижения скорости; 4 – участок ускорения; 5 – участок маневрирования

Рисунок 1 - Основные элементы переходно-скоростной полосы

Переходно-скоростные полосы по своему назначению подразделяются на полосы ускорения и полосы замедления.

Полосы ускорения предназначены для разгона транспортного средства до скорости на внешней полосе движения автомагистрали, позволяющей безопасно вписаться в основной транспортный поток. Полоса ускорения состоит из непосредственно полосы ускорения и полосы переменной ширины выполненной в виде конуса (рисунок 1б).

Полосы замедления (рисунок 1а) должны позволять транспортному средству выйти из полосы движения на автомагистрали, без значительного снижения скорости, и постепенно уменьшить ее до расчетной скорости выхода на съезде или зоне обслуживания.

Полосы замедления состоит из полосы переменной ширины (конус) и собственно полосы замедления. Длина полос ускорения и полосы замедления должны определяться при средней скорости, которая должна быть рассчитана на основе среднего ускорения.

Переходно-скоростные полосы следует предусматривать:

- на съездах и въездах пересечений в разных уровнях, примыкающих к дорогам I-III категорий;
- на полностью канализированных пересечениях в одном уровне;
- на частично канализированных пересечениях в одном уровне, при интенсивности движения по главной дороге более 1000 авт./сут. и интенсивности поворачивающих автомобилей более 100 авт./сут.;
- на автобусных остановках и съездах к площадкам отдыха, стоянкам, к объектам сервиса, на дорогах I-III категорий.

Длину переходно-скоростных полос $L_{\text{тор}}$ и $L_{\text{раз}}$ следует принимать в зависимости от скорости движения в начале и в конце съездов и въездов на примыкающих дорогах, и расчетной скорости движения на переходно-скоростной полосе и основной дороге по формулам:

$$L_{\text{тор}} = L_{\text{отг}} + L_{\text{изм}}, \quad (1)$$

$$L_{\text{раз}} = L_{\text{уск}} + L_{\text{ман}} + L_{\text{отг}}, \quad (2)$$

где $L_{\text{отг}}$ - длина отгона ширины полосы, м;

$L_{\text{изм}}$ - длина участка изменения скорости, м;

$L_{\text{уск}}$ - длина участка ускорения, м;

$L_{\text{ман}}$ - длина участка маневрирования, м.

Длина участка изменения скорости $L_{\text{изм}}$ определяется по формуле:

$$L_{\text{изм}} = \frac{V_1^2 - V_2^2}{26a}, \quad (3)$$

где V_1 - расчетная скорость движения по основной дороге, км/ч;

V_2 - расчетная скорость движения на съезде или въезде, км/ч;

a - расчетное линейное ускорение принимаемое в зависимости от величины продольного уклона на переходно-скоростной полосе м/с².

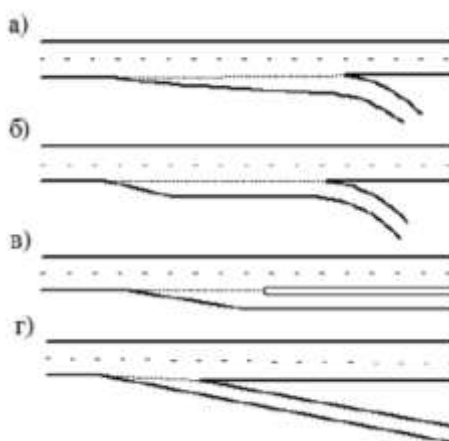
Ширину переходно-скоростных полос следует принимать равной ширине основных полос проезжей части, но не менее 3,5 м. На съездах с дороги, допускается применять следующие типы переходно-скоростных полос, представленные на рисунке 3:

а) клиновидные (рисунок 2а) - на дорогах II и III категорий, при интенсивности движения прямого и поворачивающего на съезд направлений 100 авт./ч, и на необорудованных и частично канализированных пересечениях в одном уровне, а также на автобусных остановках, на дорогах II и III категорий;

б) параллельные (рисунок 2б) - на канализированных пересечениях в одном уровне при интенсивности движения на полосе слияния более 100 авт./ч, и на пересечениях в разных уровнях по схеме «клеверного листа», а также на неполных пересечениях в разных уровнях, имеющих зоны переплетения, и на пересечениях на дорогах I и II категорий при высокой (более 40%) интенсивности поворачивающего движения;

в) параллельные с разделительной полосой (рисунок 2в) - на пересечениях в разных уровнях по схеме «клеверного листа», а также на неполных пересечениях в разных уровнях, имеющих зоны переплетения, и на пересечениях на дорогах I и II категорий при высокой (более 40%) интенсивности поворачивающего движения;

г) непараллельные или криволинейные (рисунок 2г) - на съездах пересечений в разных уровнях, рассчитанных на скорость движения 60 км/ч и более.



а – клиновидная; б - параллельная; в - параллельная с разделительной полосой; г – непараллельная

Рисунок 2 - Типы переходно-скоростных полос

Участки съездов должны проектироваться путём применения стандартных типов съездов, по возможности, единообразно.

При выходе со съезда должна быть обеспечена видимость окончания переходно-скоростной полосы. Перед входом на съезд пересечения в разных уровнях, а также перед площадками отдыха и автобусными остановками при интенсивности движения на съезд не более 100 авт./час допускается устраивать переходно-скоростные полосы клиновидного типа длиной не менее 80 м.

При проектировании необходимо контролировать *качество транспортного обслуживания* для элементов транспортной развязки в разных уровнях.

Режим движения по дороге в пределах пересечения в разных уровнях и пропускная способность съездов *определяется загрузкой правой полосы движения на дороге*. Пропускная способность съезда определяется тремя условиями:

- возможностью входа на съезд;
- геометрией съезда;
- возможностью выхода со съезда.

Первое условие требует возможности перестроения в потоке на дороге с выходом на правую полосу и затем на переходно-скоростную полосу.

Второе - геометрические параметры съезда должны обеспечивать необходимую пропускную способность полосы движения на съезде.

Третье - наличие переходно-скоростной полосы на выходе со съезда и возможности вливания в правую полосу дороги.

Пропускная способность съезда будет равна наименьшей из пропускных способностей, определенных для каждого из трех условий.

При недостаточной пропускной способности однополосного съезда следует применять двухполосные съезды.

Две полосы движения могут предусматриваться на всех типах съездов, за исключением петлевых левоповоротных съездов, примыкающих к межпетлевым участкам. К таким относятся, левоповоротные съезды развязок "клеверный лист" полного типа, а также неполного типа, на которых петлевые съезды расположены в соседних квадрантах. В этих случаях увеличение числа полос не улучшает условий движения, поскольку влияние межпетлевого участка на пропускную способность и безопасность движения остается.

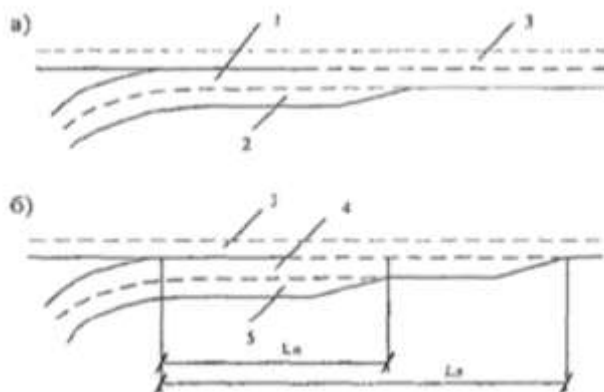
При высоких интенсивностях движения транзитных и поворачивающих потоков автомобилей возможны два основных варианта планировки *на участке примыкания* двухполосных съездов к главной дороге, представленных на рисунке 3. Планировка на рисунке 3а предусматривает превращение левой полосы съезда в дополнительную полосу главной дороги; планировка на рисунке 3б представляет собой переходно-скоростной участок, состоящий из двух полос разгона разной длины.

Подобный вид планировки может применяться и *на участке входа на съезд* в виде двух переходно-скоростных полос торможения.

Протяженность дополнительной полосы (рисунок 3 а) определяется расстоянием между транспортными развязками, длина полосы разгона (полоса 2 на рисунке 3 а) принимается согласно норм и правил.

При назначении длины полос разгона на участке примыкания двухполосного съезда к главной дороге по схеме на рисунке 3, б необходимо учитывать, что в транспортном потоке на правой полосе преобладают медленно движущиеся автомобили, водители которых, для выезда на главную дорогу должны совершить два маневра смены полос движения: вначале сменить правую полосу переходного скоростного участка на левую, а

затем эту полосу сменить на правую полосу главной дороги. Для создания более удобных и безопасных условий движения при этих перестроениях, правую полосу разгона целесообразно назначать на 120-150 м длиннее стандартной длины, а длину левой – не менее двойной длины правой.



1 - дополнительная полоса; 2 - полоса разгона; 3 – правая полоса главной дороги; 4 - левая переходно-скоростная полоса; 5 - правая переходно-скоростная полоса

а - с устройством дополнительной полосы, б - с двумя переходно-скоростными полосами:

Рисунок 3 - Схемы планировки участка примыкания двухполосного съезда к главной дороге

Применение планировки участка примыкания двухполосного съезда с дополнительной полосой целесообразно при суммарной интенсивности движения (интенсивность движения по съезду и по основной полосе главной дороги) не более 1500-1600 легко. авт./ч. При меньших значениях, возможно применение планировки, представленной на рисунке 3б: длина правой переходно-скоростной полосы (L_p) назначается в соответствии с нормами, левая – устраивается длиной L_l не менее 750 м.

Решение о проектировании того или иного вида планировки примыкания двухполосного съезда к главной дороге принимается с учетом допустимых коэффициентов загрузки дороги движением.

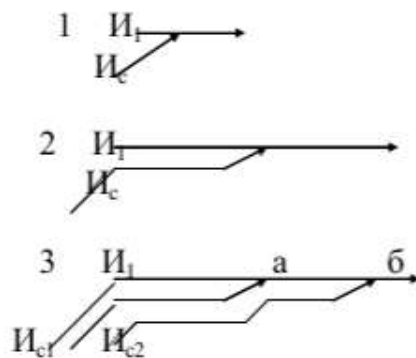
2 Проектирование зоны переплетения потоков

Зонами переплетения транспортных потоков называют участки дорог, на которых пересекаются траектории транспортных потоков, съезжающих или выезжающих на основные полосы движения или на полосы движения на съездах и въездах.

Эти участки имеют вход, зону переплетения и выход. Зоны переплетения могут образовываться, когда на многополосной проезжей части (основная проезжая часть или ответвление) за въездом следует на коротком расстоянии съезд, и между ними на отрезке происходит движение, связанное с помехами.

Зоны переплетения являются местами концентрации ДТП и образования заторов, поэтому их проектирование требует соблюдения требований и рекомендаций.

Участки переплетения разделяют на простые и сложные и представлены на рисунке 4. Простые участки переплетения образуются при входе двух транспортных потоков на однополосную зону переплетения, с которой движение разделяются на два направления. Сложные – зона переплетения имеет две и более полосы движения.



1 – без переходно-скоростной полосы, 2 – однополосный съезд и однополосная переходно-скоростная полоса, 3 - двухполосный съезд и двухполосная переходно-скоростная полоса

Рисунок 4 - Схемы слияния транспортных потоков

На участке переплетения могут присутствовать четыре типа транспортных потоков:
 -внутренний крайний поток (транзитный поток на основной проезжей части),
 -внешний крайний поток (въезжающие водители, которые съезжают на следующем же съезде)

-и два взаимно пересекающихся потока (съезжающие водители, которые уже прибыли по основной проезжей части; въезжающие водители, которые продолжают движение на основной проезжей части).

Участки переплетения могут быть симметричными и не симметричными.

Существенным признаком симметричного участка переплетения является то, что один автомобиль в потоке переплетения должен произвести, по меньшей мере, одну смену полосы.

Зона переплетения бывает простая или множественная. В простых зонах переплетения (рисунок 5), за узлом с одним входом следует узел с одним выходом.



Рисунок 5 - Простая зона переплетения

Множественная зона переплетения состоит из двух и более перекрывающихся зон переплетения. Множественная зона переплетения может также быть определена, как участок дороги с односторонним движением, имеющий два последовательных входных узла, за которыми следуют один или более выездных узлов, или один входной узел, за которым следуют два или более выходных узлов (рисунок 6)



Рисунок 6 - Множественная зона переплетения

Участок переплетения состоит из входящей полосы движения прибавлением (при въезде), собственного участка переплетения и отходящей полосы убавлением (на съезде). Если число прибавленных полос и число убавленных полос совпадает (которое тогда соответствует также числу переплетений), возникает симметричный участок переплетения.

Существенным признаком симметричного участка переплетения, является то, что один автомобиль в потоке переплетения должен произвести, по меньшей мере, одну смену полосы.

Параметрами планировочного решения участка переплетения являются:

- конфигурация полос движения (количество полос движения в четырех сечениях и на участке переплетения, симметричное или несимметричное исполнение),
- длина участка переплетения (расстояние от острия направляющего островка на въезде до острия такого же островка на съезде).

Конфигурация полос движения устанавливается поперечными профилями основной проезжей части или съездов (выездов) на подходе к участку переплетения и после него. Основное влияние на работу зоны переплетения оказывают в первую очередь число полос движения на самом участке переплетения, числом дополнительно устраиваемых полос и в границах тоже длины переплетения.

По распределению направления потоков на автодорогах необходимо различать четыре случая зон переплетения. Области применения отдельных типов участков переплетения в зависимости от количественной картины распределения нагрузки участка переплетения и рекомендуемые длины переплетения следует принимать в соответствии с таблицей 1.

Таблица 1

№№ п./п.	Распределение направления потоков	Участок переплетения.	Положение участка переплетения	
			На транзитной проезжей части	В системе рамп
1				$l_v = 200$ м $l_v = 180$ м (при $V_{доп} = 80$ км/ч)*
2			$l_v = 250$ м $l_v = 200$ м (при $V_{доп} = 100$ км/ч)* $l_v = 180$ м (при $V_{доп} = 80$ км/ч)* Не применяется на автомагистралях .	Распределительная проезжая часть через ≥ 3 развязки с низкой интенсивностью внешнего крайнего потока $l_v = 250$ м $l_v = 200$ м (при $V_{доп} = 100$ км/ч)*
3				Распределительная проезжая часть между 2-мя развязками как и в случае б. Соединительная рампа на комплексных развязках с низкой интенсивностью внутреннего крайнего потока $l_v = 250$ м
4			$l_v = 300$ м $l_v = 250$ м (при $V_{доп} = 100$ км/ч)* $l_v = 200$ м (при $V_{доп} = 80$ км/ч)* Особый случай у городских автомагистралей $l_v = 180$ м (при $V_{доп} = 60$ км/ч) Не применяется на автомагистралях .	$l_v = 200$ м (при $V_{доп} = 100$ км/ч)* Длинная распределительная проезжая часть через ≥ 3 транспортные развязки Соединительная рампа на комплексных развязках $l = 300$ м $l_v = 250$ м (при $V_{доп} = 100$ км/ч)* $l_v = 200$ м (при $V_{доп} = 80$ км/ч)*

Количество полос и длина зоны переплетения основывается на необходимости обеспечения уровня обслуживания, который определяется на основании средней скорости переплетающегося и не переплетающегося транспортного потока для различных дорог и транспортных условий с помощью теории транспортных потоков.

Количество и интенсивность распределяющихся потоков определяют степень трудности процесса переплетения и конструктивное решение участка переплетения.

Конфигурация полос движения должна быть приведена в соответствие с распределением потоков по направлениям. Благодаря устройству распределительной проезжей части вместо полосы переплетения у основной проезжей части транзитный поток по основной проезжей части остается вне влияния переплетения и процесс его совершения упрощается вследствие отсутствующего внутреннего крайнего потока.

Часто прогноз интенсивности движения не содержит однозначной картины распределения транспортных потоков в часы-пик, а предоставляет несколько различных существенных состояний распределения потоков, которые должны быть учтены одним единственным конструктивным решением.

Поэтому процесс движения следует исследовать для каждого отдельного проектного варианта с целью обеспечения достаточного качества транспортного обслуживания, в случае необходимости посредством моделирования движения.

Параметрами планировочного решения участка переплетения являются конфигурация полос движения (количество полос движения в четырех сечениях и на участке переплетения, симметричное или несимметричное исполнение), а также длина участка переплетения (расстояние от острия направляющего островка на въезде до острия такого же островка на съезде).

Конфигурация полос движения устанавливается проектными поперечными профилями основной проезжей части или рампы на подходе к участку переплетения и после него. В границах длины зоны переплетения может предусматриваться устройство дополнительных полос движения.

Необходимость устройства дополнительных полос движения, определяется на основании расчетов пропускной способности участков переплетений.

В зоне переплетения обязательно должен быть установлен приоритет проезда, т.е. должны быть установлены главное и второстепенное направление движения.

Пропускная способность участков переплетения, определяется углом входа транспортных потоков в зону переплетения и длиной этой зоны. Угол входа должен быть менее 70° ; при большем угле входа эта зона будет работать как пересечение в одном уровне со значительно меньшей пропускной способностью.

Пропускная способность второстепенного направления N на участке переплетения рассчитывают по формуле:

$$N = k_{zn} M_{zn} \frac{e^{-m\Delta t_{zp}}}{1 - e^{-\alpha}}, \quad (4)$$

где k_{zn} – коэффициент, учитывающий снижение пропускной способности главного направления в зоне переплетения;

M_{zn} – интенсивность движения транспортного потока, имеющего преимущество в зоне переплетения, авт/ч;

Δt_{zp} – граничный интервал, сек;

δt – интервал разъезда (выхода из очереди второстепенного направления), сек;

$m = M/3600$.

Граничный интервал $\Delta t_{гр}$ и интервал разъезда из очереди δt определяют с учетом длины зоны переплетения. Пропускная способность зоны переплетения определяют по формуле:

$$N_{зп} = N + M, \quad (5)$$

где N - пропускная способность второстепенного направления, авт./ч,

M - интенсивность движения главного направления, авт./ч.

При проектировании зон переплетения следует учитывать, что чрезмерно длинные участки переплетения не приводят к существенному изменению режима движения при совершении маневра и приводят к использованию их полной длины. С точки зрения организации движения, устройство длинной полосы переплетения между двумя транспортными развязками будет оправдано в случаях, когда внешний крайний поток настолько доминирует по величине, что происходит значительная разгрузка транзитной полосы движения на участке переплетения.

Длинные участки зон переплетения могут предусматриваться при незначительном расстоянии между транспортными развязками путём удлинения переходно-скоростной полосы при въезде до последующей переходно-скоростной полосы на съезде. Длина таких участков может достигать до 1500 м.

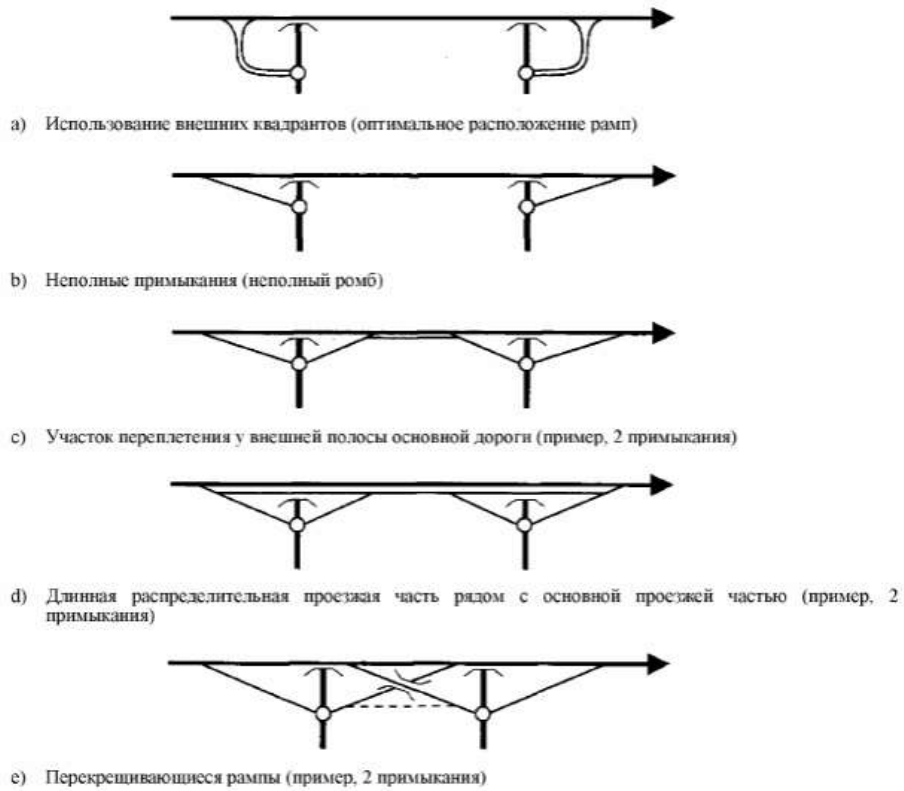
В пределах участков переплетения полосы переплетения, по отношению к транзитной полосе основной проезжей части, следует ограничивать посредством ограничительной широкой прерывистой разметки.

Ширина полос переплетения должна соответствовать ширине рядом находящейся транзитной полосы движения. К ней следует добавлять 0,50 м для краевой полосы у внешнего края участка переплетения.

Длина участка переплетения должна быть не менее 200 м, а для развязок типа клеверный лист 250 м между противоположно расположенными разделениями кромок проезжих частей.

Минимальное расстояние между зонами переплетениями должно определяться длиной, на которой завершается стабилизация транспортного потока. Для автомагистралей это расстояние, как правило, должно быть не менее 1000 метров, для скоростных дорог - не менее 800 метров.

Если на участках автомагистралей, особенно в застроенных не удастся выдержать эти расстояния, следует применять конструктивно-планировочные решения по рисунку 7 с контролем организации дорожного движения путем устройства регулирования движения на дорожной сети для перевода транспортных потоков на альтернативные маршруты, устройства регулирования движения на транспортных развязках для направления совместного потока на участках переплетения, распределения потока по полосам на съездах.



○ примыкание или пресечение в одном уровне; ---- дополнительная рампа (как опция)

Рисунок 7 - Принципиальные решения при небольшом расстоянии между развязками (схематически показана только одна проезжая часть одного направления)