

## Лекция 7. Расчётная скорость транспортных развязок

### 1. Понятие расчётной скорости

### 2. Основные положения для установления расчетной скорости

### 3. Установление расчётной скорости на съездах

#### 1. Понятие расчётной скорости

Расчетная скорость движения на транспортной развязке  $v_p$  — это та скорость, на которую следует проектировать ответвления, предназначенные для осуществления левых и правых поворотов.

Установление расчетной скорости — основной и наиболее сложный вопрос, который приходится решать при проектировании транспортной развязки. От принятой расчетной скорости зависят почти все геометрические элементы транспортной развязки, ее строительная стоимость, дорожно-эксплуатационные и транспортные расходы, а также сумма приведенных затрат.

Расчетная скорость может приниматься одинаковой для всех ответвлений или назначаться различной на разных ответвлениях в зависимости от конструктивных особенностей данной транспортной развязки. Эта скорость может изменяться и в пределах одного съезда. Что же касается основных (сквозных) потоков движения, то они, как правило, должны иметь одинаковую расчетную скорость как на перегоне, так и в пределах транспортной развязки.

Назначать расчетную скорость движения на съездах транспортной развязки равной расчетной скорости на пересекающихся дорогах нецелесообразно по двум причинам:

1) при такой скорости соединительные съезды (особенно левоповоротные) будут иметь очень большую длину, что приведет к высокой строительной стоимости транспортной развязки; кроме того, для возможности размещения транспортной развязки потребуется большая площадь земли, что в большинстве случаев может оказаться крайне нежелательным;

2) движение автомобилей по съездам транспортной развязки с такой скоростью будет невозможно, так как съезды имеют одну общую полосу движения для легковых и грузовых автомобилей, а максимальная скорость грузовых автомобилей с полной нагрузкой меньше расчетных скоростей, которые принимаются при проектировании автомобильных дорог высоких категорий. Поэтому расчетную скорость на транспортной развязке следует принимать более низкой, чем расчетная скорость на пересекающихся дорогах.

#### 2. Основные положения для установления расчетной скорости

При установлении возможного диапазона изменения расчетной скорости на съездах транспортных развязок нужно исходить из следующих двух основных положений.

1. Расчетная скорость на съездах  $v_p$  должна быть не менее оптимальной  $v_{opt}$ , т. е. той скорости, при которой пропускная способность одной полосы подходящих к транспортной развязке автомобильных дорог имеет максимальное значение.

В процессе эксплуатации транспортной развязки может возникнуть необходимость в пропуске через нее в том или ином направлении максимально возможного количества грузовых автомобилей и автобусов (например, во время уборки урожая, в период строительства какого-нибудь крупного промышленного объекта, при проведении больших спортивных праздников и т. д.). Поэтому каждый съезд транспортной развязки должен быть рассчитан на скорость  $v_p \geq v_{opt}$ . Если запроектировать тот или иной съезд на расчетную скорость  $v_p < v_{opt}$ , то такой съезд не сможет пропустить максимальное

количество автомобилей.

Таким образом, прежде чем устанавливать расчетную скорости  $v_p$  на съездах транспортной развязки, необходимо знать пропускную способность подходящих к транспортной развязке дорог и оптимальную скорость  $v_{opt}$ .

2. Расчетная скорость на съездах  $v_p$  должна быть не более максимальной скорости грузовых автомобилей с полной нагрузкой вследствие того, что съезды транспортных развязок имеют одну общую полосу движения для легковых и грузовых автомобилей.

Если расчетную скорость  $v_p$  принять более максимальной скорости грузовых автомобилей с полной нагрузкой  $v_{max}$ , то это приведет к увеличению размеров транспортной развязки, а следовательно, и ее строительной стоимости; движение же с такой скоростью на съездах все равно будет невозможно.

### **3. Установление расчетной скорости на съездах транспортных развязок**

В настоящее время при установлении верхнего предельного значения расчетной скорости на съездах транспортных развязок следует ориентироваться на максимальную скорость грузовых автомобилей, равную 90 км/ч.

Как отмечалось выше, оптимальная скорость  $v_{opt}$  равна 40 или 50 км/ч в зависимости от типа дорожного покрытия, поэтому расчетная скорость  $v_p$  на съездах транспортных развязок должна приниматься не менее 40 км/ч.

Так как максимальная скорость  $v_{max}$  современных грузовых автомобилей с полной нагрузкой в основном не превышает 90 км/ч, то расчетную скорость  $v_p$  на съездах транспортных развязок нужно принимать не более 90 км/ч. В будущем их максимальная скорость будет возрастать. В соответствии с этим будет увеличиваться и максимальное значение расчетной скорости на съездах вновь проектируемых транспортных развязок. Таким образом, в настоящее время расчетную скорость  $v_p$  на транспортных развязках следует принимать в диапазоне от 40 до 90 км/ч.

Выбор расчетной скорости  $v_p$  на транспортной развязке в каждом конкретном случае должен производиться на основании подробных технико-экономических расчетов с учетом перспективной интенсивности движения по всем направлениям. Необходимость в проведении технико-экономических расчетов при установлении скорости  $v_p$  объясняется тем, что эта скорость, указывает весьма существенное влияние на строительную стоимость развязки и на величину дорожно-эксплуатационных и транспортных расходов, причем это влияние проявляется в различных направлениях. С увеличением расчетной скорости возрастает длина соединительных ответвлений, увеличиваются общие размеры транспортной развязки и, следовательно, повышается ее строительная стоимость. С другой стороны, при увеличении расчетной скорости на правоповоротных ответвлениях, а также на левоповоротных ответвлениях тех типов транспортных развязок, на которых левоповоротное движение совершается путем непосредственного поворота влево (на ромбовидном типе пересечения, на пересечении по типу криволинейного четырехугольника) за счет сокращения пути и времени пробега автомобилей сильно уменьшаются транспортные расходы, в результате чего разница в строительной стоимости сравнительно быстро окупается. На таких транспортных развязках при большой интенсивности движения потоков, сворачивающих влево и вправо, экономически выгодно назначать расчетную скорость 70 ... 90 км/ч.

Так как на различных типах транспортных развязок влияние скорости  $v_p$  на строительную стоимость и дорожно-эксплуатационные и транспортные расходы проявляется неодинаково, а на одном и том же типе развязки дорожно-эксплуатационные и транспортные расходы меняются с изменением интенсивности движения по-

ворачивающих потоков, то для обоснованного назначения расчетной скорости на транспортной развязке необходимо проведение технико-экономических расчетов. Критерием правильности выбора расчетной скорости является минимум суммы приведенных затрат на развязке или на съездах.

При проектировании транспортных развязок могут встретиться такие случаи, когда по тем или иным причинам необходимо назначать сравнительно невысокие значения расчетной скорости порядка 40 ... 50 км/ч. Такие скорости надо принимать в следующих случаях:

- 1) когда на проектируемой транспортной развязке ожидается весьма интенсивное движение автопоездов, которые имеют сравнительно невысокие скорости движения;
- 2) когда вследствие ограниченной свободной территории не представляется возможным принимать более высокие значения расчетной скорости. (это относится главным образом к транспортным развязкам, проектируемым в пригородной зоне);
- 3) когда увеличение расчетной скорости влечет за собой резкое возрастание дорожно-эксплуатационных и транспортных расходов (например, на клеверном листе при большой интенсивности движения на левоповоротных ответвлениях).

Установление расчетной скорости на транспортных развязках зависит от конструктивных особенностей каждого типа транспортной развязки и от условий движения по ней транспортных потоков, сворачивающих влево и вправо.

Если конструкция транспортной развязки такова, что потоки, сворачивающие влево и вправо, имеют общие полосы движения, то в пределах всей развязки следует назначать одну расчетную скорость, общую для всех съездов. К таким транспортным развязкам, в частности, относятся: неполный клеверный лист с четырьмя однопутными съездами, распределительное кольцо с пятью и двумя путепроводами, улучшенный тип распределительного кольца, кольцевой тип примыкания и разветвления, грушевидный тип примыкания и др.

Если конструкция транспортной развязки такова, что потоки, сворачивающие влево и вправо, имеют различные полосы движения, то в ряде случаев бывает целесообразно назначать разные расчетные скорости на лево- и правоповоротных ответвлениях. На правоповоротных ответвлениях, на которых с увеличением расчетной скорости путь и время пробега сокращаются, может быть назначена расчетная скорость, близкая к верхнему пределу указанного выше диапазона изменения расчетных скоростей на транспортных развязках, т. е.  $v_p = 70 \dots 90$  км/ч. На левоповоротных ответвлениях, на которых с увеличением расчетной скорости путь и время пробега иногда резко возрастают, следует назначать скорость, близкую к оптимальной, т. е.  $v_p = 40 \dots 50$  км/ч. Типичным примером такой транспортной развязки является клеверный лист, на котором по мере увеличения расчетной скорости сокращаются путь и время пробега правоповоротных автомобилей и в то же время очень сильно возрастает длина левоповоротных ответвлений, в результате чего резко увеличивается перепробег автомобилей, сворачивающих влево. К таким транспортным развязкам относятся также неполный клеверный лист с двумя двухпутными съездами, расположенными в соседних и накрестлежащих четвертях, примыкание по типу трубы, листовидный тип примыкания и др. Следует отметить, что на всех перечисленных типах транспортных развязок может назначаться и одна расчетная скорость, общая для всех съездов. Например, в тех случаях, когда на развязке ожидается интенсивное движение автопоездов или когда ее проектируют в пригородной зоне, целесообразно на всех съездах принимать расчетную скорость 40 ... 50 км/ч.

На некоторых типах транспортных развязок и при наличии различных полос движения для потоков, сворачивающих влево и вправо, следует назначать одну расчетную скорость,

общую для всех съездов. Такое решение должно приниматься на развязках, где на левоповоротных ответвлениях с увеличением расчетной скорости сокращаются путь и время пробега. К таким транспортным развязкам, например, относятся: ромбовидный тип пересечения, пересечение по типу криволинейного четырехугольника, Т-образный тип примыкания и др. На всех этих транспортных развязках экономически выгодно назначать высокие значения расчетной скорости.

На некоторых типах транспортных развязок, например, на линейном типе пересечения с двумя путепроводами, на сдвоенном v-образном типе пересечения, на линейном типе примыкания и др., при небольших углах поворота правоповоротных съездов и при значительной интенсивности движения на них экономически выгодной может оказаться скорость, превышающая 90 км/ч.

В тех случаях, когда некоторые левоповоротные потоки имеют значительно большую интенсивность движения, чем все остальные потоки, целесообразно создавать для них лучшие условия движения путем назначения более высокой расчетной скорости и соответствующего увеличения радиуса горизонтальных кривых. В качестве примера такой транспортной развязки можно привести расширенный клеверный лист.

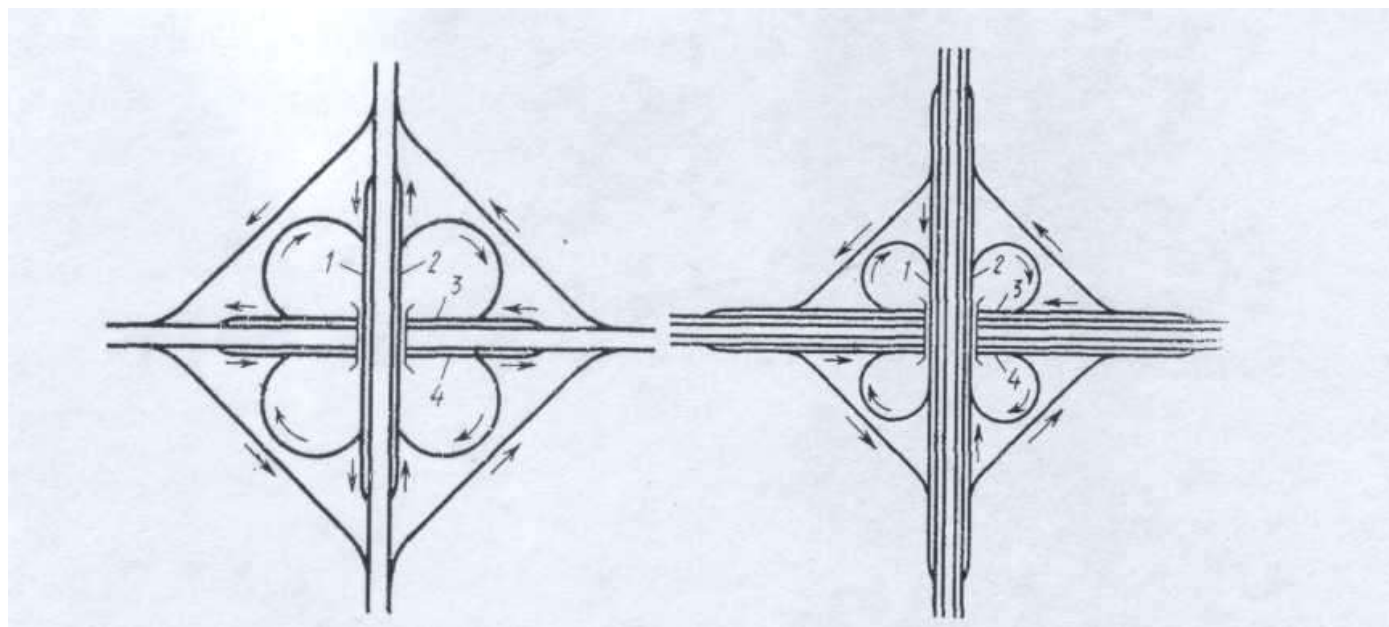
При проектировании транспортных развязок скорость основных (сквозных) потоков движения в пределах развязки следует принимать равной расчетной скорости на перегоне, т. е. расчетной скорости, установленной для данной категории дороги. Однако на некоторых типах транспортных развязок вследствие их конструктивных особенностей соблюдение этого условия оказывается невозможным. Например, на пересечении по типу распределительного кольца с двумя путепроводами основной поток второстепенной дороги вынужден на развязке проходить по кольцу. Кроме того, этот поток смешивается на кольце с потоками, сворачивающими влево и вправо, и, следовательно, не может перемещаться по кольцу со скоростью, превышающей расчетную скорость на транспортной развязке. На пересечении с разветвленными дорогами и на крестообразном типе пересечения основное движение обеих пересекающихся дорог смешивается с потоками, сворачивающими влево и вправо, и имеет с ними общие полосы движения. В результате этого на указанных транспортных развязках основные потоки движения также не могут перемещаться со скоростью, превышающей расчетную скорость  $v_p$ .

При сложном рельефе района расположения транспортной развязки расчетную скорость иногда приходится назначать с учетом возможного вписывания развязки в рельеф местности. При установлении расчетной скорости нужно учитывать категорию пересекающихся дорог, угол пересечения и ряд других факторов.

Из всего сказанного следует, что вопрос назначения расчетной скорости на транспортных развязках является настолько сложным, что нельзя дать какие-то определенные рекомендации, пригодные для всех условий, в которых приходится их проектировать. В каждом конкретном случае выбор расчетной скорости требует индивидуального творческого решения при обязательном всестороннем анализе различных местных условий.

Так как на транспортных развязках расчетная скорость принимается более низкой, чем на подходящих к ним дорогах, то при проектировании развязок необходимо предусматривать участки снижения и набора скоростей. На этих участках автомобили, поворачивающие с основной дороги на съезд, снижают скорость до расчетной на транспортной развязке  $v_p$ , а автомобили, выходящие со съезда на основную дорогу, увеличивают скорость до расчетной на дороге. Участки снижения и набора скоростей могут находиться на основных полосах пересекающихся дорог, однако в этом случае автомобили, поворачивающие на транспортной развязке вправо и влево, нарушают режим

основного потока движения. Поэтому более целесообразным является размещение участков снижения и набора скоростей на дополнительных переходно-скоростных полосах, отделенных от основной проезжей части вспомогательными разделительными полосами.



1 - 4 - переходно-скоростные полосы

Рисунок 1 - Схема клеверного листа с переходно-скоростными полосами для левоповоротных потоков

Рисунок 2 - Схема клеверного листа с переходно-скоростными полосами для лево- и правоповоротных потоков

На пересечениях автомобильных дорог II категории по типу клеверного листа переходно-скоростные полосы для левоповоротных потоков движения обычно устраивают в виде единых по длине полос для смежных съездов, включая участок путепровода (рисунок 1). На пересечениях дорог I категории проектируют единые по длине переходно-скоростные полосы для смежных левоповоротных ответвлений, правоповоротных съездов и участка путепровода (рисунок 2).

СП34 рекомендует проектировать правоповоротные ответвления транспортных развязок из условия обеспечения расчетных скоростей не менее 60 км/ч для съездов с дорог I и II категорий и не менее 50 км/ч — с дорог III категории. Расчетные скорости для левоповоротных съездов транспортных развязок СП не регламентирует.