

ВЛИЯНИЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ ТРАМВАЙНОГО ОСТАНОВОЧНОГО ПУНКТА НА ПРОПУСКНУЮ СПОСОБНОСТЬ ПЕРЕКРЕСТКА

А.А. Кустенко, аспирант, Белорусский национальный технический университет

***Аннотация.** Рассматриваются проблемы, связанные с расположением остановочных пунктов трамвая, и их влияние на пропускную способность перекрестка.*

***Ключевые слова:** трамвай, остановочный пункт, пропускная способность, перекресток, интенсивность движения.*

Введение

Важное значение имеет размещение остановочного пункта. Существуют нормативы, ограничивающие протяженность перегона в пределах приблизительно 300 – 700 м, что приводит к некоторым затруднениям при расположении остановочного пункта. С одной стороны, остановочные пункты должны быть расположены так, чтобы они были удобны для пешеходов и маршрутных транспортных средств, а с другой – так, чтобы они были безопасны и не мешали транспортному потоку.

Цель и постановка задачи

Цель – обзор вариантов расположения трамвайных остановочных пунктов.

Задача – определение потерь, связанных с размещением трамвайных остановочных пунктов.

Влияние расположения трамвайного остановочного пункта на пропускную способность перекрестка

Размещение остановочного пункта трамвая, движущегося по собственному полотну, не представляет особых трудностей. Они, как правило, располагаются перед перекрестками, потому что трамвай безопаснее обходить спереди. При этом возможно совмещение остановочного пункта трамвая и встречного

автобуса-троллейбуса – для трамвая это перед перекрестком, для автобуса-троллейбуса – за перекрестком.

При размещении трамвайных путей посредине проезжей части остановочный пункт может быть оборудован посадочной площадкой (рис. 1), поднятой над проезжей частью. Преимуществом таких остановочных пунктов является относительная защищенность пешеходов, ожидающих посадки или сошедших с трамвая, а также возможность переходить проезжую часть в тот момент, когда на ней нет машин. Недостатком их является сужение проезжей части, что снижает пропускную способность перекрестка и увеличивает вероятность наступления конфликтной ситуации между выходящими пассажирами и транспортным потоком.



Рис. 1. Остановочный пункт, оборудованный посадочной площадкой, поднятой над уровнем проезжей части

При отсутствии посадочной площадки (рис. 2), происходит задержка транспортного потока при посадке (высадке) пассажиров, что негативно сказывается на всем дорожном движении. Трамвай должен двигаться с транспортным потоком синхронно, а не тормозить его.



Рис. 2. Остановочный пункт без посадочной площадки, поднятой над уровнем проезжей части

Пропускная способность (ПРС) – это характеристика производительности участка улично-дорожной сети, выраженная в наибольшей возможной на нем интенсивности движения.

ПРС регулируемого перекрестка есть сумма ПРС каждой входящей в него полосы

$$Q_{c\Sigma} = \sum_1^i (X_{lim} \varphi Q_c)_i, \text{ а/ч,}$$

где Q_{ci} – ПРС полосы движения на входе в перекресток, а/ч; X_{lim} – допустимый коэффициент загрузки полосы движения

$$Q_{ci} = Q_H \varphi \lambda_i, \text{ а/ч,}$$

где Q_H – поток насыщения полосы при непрерывном движении, а/ч; λ_i – доля зеленого сигнала в цикле

$$\lambda_i = \frac{t_{zi}}{C},$$

где t_{zi} – продолжительность горения зеленого сигнала для данного направления, с; C – продолжительность светофорного цикла, с;

$$X_i = \frac{Q_i}{Q_H \varphi \lambda_i},$$

где Q_i – интенсивность по данной полосе, а/ч.

Рассмотрим влияние расположения остановочного пункта трамвая на пропускную способность перекрестка на конкретном примере.

Перекресток улиц пр. Независимости и Козлова (г. Минск): на ул. Козлова трехполосное движение, однако у самого перекрестка расположен остановочный пункт трамвая, и дорога сужается до двухполосной. По левой полосе автомобили двигаются только прямо, а по правой – прямо и направо (рис. 3).

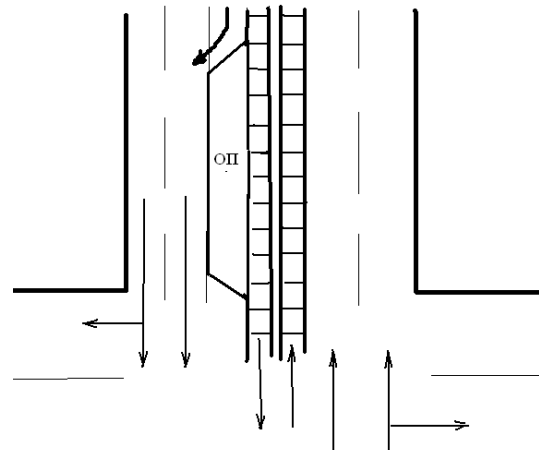


Рис. 3. Направления движения на перекрестке улиц пр. Независимости и Козлова

Если рассматривать вариант с тремя полосами на входе в перекресток, то пропускная способность данного направления увеличится на треть (предполагается, что по третьей полосе автомобили будут двигаться только прямо) и составит $Q_{c\Sigma} = 1684$ а/ч. На рис. 4 показано количество автомобилей, ожидающих проезда через перекресток в разное время суток, и значения пропускной способности для двух и для трёх полос.

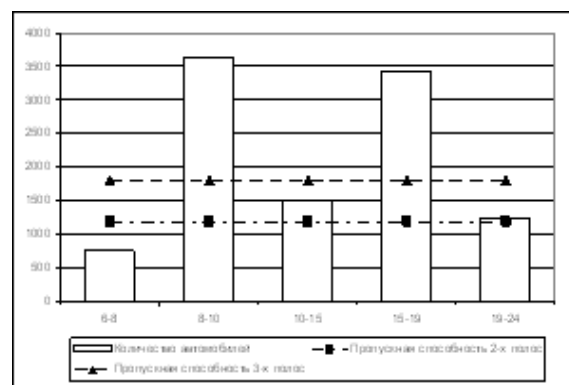


Рис. 4. Количество автомобилей, ожидающих проезда через перекресток в разное время суток

Таблица 1 Характеристика транспортного потока на рассматриваемом направлении

Показатели	Левая полоса	Правая полоса
Максимальная интенсивность Q_i , а/ч	576	532
Средняя интенсивность Q_i , а/ч	452	439
Продолжительность горения зеленого сигнала t_{zi} , с	30	
Продолжительность светофорного цикла C , с	94	
Пропускная способность Q_{ci} , а/ч	576	532
Поток насыщения полосы Q_H , а/ч	1800	1663
Пропускная способность данного направления $Q_{c\sum}$, а/ч	1108	

Для определения потерь от задержки транспортного потока экспериментальным путем была найдена скорость образования очереди перед перекрестком (рис. 4), среднее значение которой составило, $Q_c = 2110$ а/ч.

Исходя из всего выше изложенного, выведем формулу определения экономии от увеличения количества полос, у.е. в час:

$$\Delta = \frac{(2Q_c - \ddot{Q}_2 - \ddot{Q}_3) C C_3}{3600},$$

где Q_c – скорость образования очереди перед перекрестком, а/ч; \ddot{Q}_2 – средняя интенсивность в данном направлении при двух полосах, а/ч; \ddot{Q}_3 – средняя интенсивность в данном направлении при трех полосах, а/ч; C_3 – стоимость задержки, $C_3 = 1,8$ у.е./ч [1].

В эту стоимость вошли:

амортизационные расходы – 0,290;
эксплуатационные расходы – 0,250;
задержка водителя и одного пассажира – 0,500;
расход топлива – 0,600;
потери прибыли потребителями – 0,164.
Итого 1,804 у.е./ч.

C_0 – стоимость остановки, $C_0 = 0,015$ у.е./ост. [1].

В эту стоимость вошли:
потери времени на разгон-торможение – 0,0033;
перерасход топлива при трогании и разгоне (0,025 л) – 0,0100;
дополнительный износ двигателя, шин и т.д. – 0,0010;
потери / прибыли потребителями – 0,0014.
Итого 0,0157 у.е./ост.

K – коэффициент, определяющий какое количество циклов светофора в среднем необходимо для проезда одного автомобиля, $K=1$.

Заключение

В результате увеличения пропускной способности перекрестка за счет переноса остановочного пункта экономия в год составила 619969 у.е., что окупит все затраты, связанные с переносом и оборудованием остановочного пункта трамвая.

Литература

1. Врубель Ю.А. Потери в дорожном движении. – Мн.: БНТУ, 2003. – 377 с.
2. СНиП 2.05.09-90 «Трамвайные и троллейбусные линии».
3. О новых нормах проектирования трамвайных и троллейбусных линий // Бюл. строит. техники. – 1976. – № 7. – С. 24.

Рецензент: Е.В. Нагорный, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Статья поступила в редакцию 17 мая 2007 г.