

Следует также отметить, что в г.Могилеве высока доля пассажирских перевозок, выполняемых троллейбусами (особенно в выходные дни). В связи с этим важную роль играет возможность оперативных изменений маршрутов при временном закрытии движения по отдельным участкам. Для создания временных разворотных колец троллейбусов могут использоваться кольцевые перекрестки в одном уровне (при соответствующей конфигурации контактной сети) либо развязки в разных уровнях полного или неполного типа. С учетом небольшого количества в г.Могилеве узлов обоих вариантов дополнительные разворотные кольца могут создаваться путем объезда квартала.

Представленные в статье рекомендации по совершенствованию дорожного движения позволят повысить качество транспортного обслуживания и эффективность дорожного движения. Как представляется, при совершенствовании дорожного движения необходимо на первых порах уточнить оценочные критерии качества дорожного движения, пересмотреть некоторые нормативы, что является насущным.

1.Дрю Д. Теория транспортных потоков и управление ими: Пер. с англ. – М.: Транспорт, 1972. – 424 с.

2.Врубель Ю. Организация дорожного движения. – Минск: Фонд Безопасности движения МВД Республики Беларусь, 1996. – 326 с.

3.Эксплуатация автомобильных дорог и организация дорожного движения / И.И.Леонович, Н.П.Вырко, К.Ф.Шумчик, А.П.Лашенко; Под общ. ред. И.И.Леоновича.– Минск: Выш. шк.,1988. – 348 с.

4.Михайлов А.Ю. Уровни относительной аварийности на регулируемых пересечениях улично-дорожной сети городов. ЦБНТИ Минавтодора РСФСР. 10.05.90г. №204-ад 90.

5.Elvik R. Area-wide urban traffic calming schemes: a meta-analysis of safety effects. Accident Analysis & Prevention, Volume 33, Issue 3, May 2001. – P.327-336.

*Получено 14.02.2006*

УДК 656.11

А.А.КУСТЕНКО

*Белорусский национальный технический университет, г.Минск*

## **НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ОПТИМИЗАЦИИ ТРАМВАЙНОГО ДВИЖЕНИЯ**

Рассматриваются вопросы организации трамвайного движения и его взаимодействие с транспортным потоком, даны некоторые рекомендации по совершенствованию трамвайного движения.

Трамвай имеет наибольшую вместимость, причем он экологически чист и обладает хорошими условиями труда водителей, но он очень плохо вписывается в городское движение, требуя отдельную,

обособленную территорию или выделение места на проезжей части [1-3].

Для обеспечения оптимальной работы трамвая в первую очередь необходимо увеличить его эксплуатационную скорость, которая на сегодняшний день составляет 15-18 км/ч [3]. Скорость сообщения несколько повышает скоростной трамвай, однако требует более пристального к себе внимания и подвижной состав, и обустройство пути [4, 5].

$$V_9 = \frac{L_m}{t_{дв} + t_{ост}}, \text{ км/ч,} \quad (1)$$

где  $L_m$  – длина маршрута;  $t_{дв}$  – время движения;  $t_{ост}$  – время остановок (на остановочных пунктах, у перекрестков и др.).

Из формулы (1) видно, что для увеличения эксплуатационной скорости необходимо уменьшить время, затраченное непосредственно на движение и время остановок. Время непосредственного движения зависит от конструкции трамвая и от дорожных условий (прямолинейность участка, состояние железнодорожного полотна). Уменьшение этого времени требует больших капитальных вложений на закупку или модернизацию трамваев, улучшение дорожных условий. Поэтому более подробно мы рассмотрим время, затрачиваемое на остановки – на остановочных пунктах трамвая.

$$t_{ост} = t_{выс} + t_{нос} + t_{о-з}, \text{ ч,} \quad (2)$$

$t_{выс}$  – время высадки пассажиров;  $t_{нос}$  – время посадки пассажиров;  $t_{о-з}$  – время открытия-закрытия дверей (2-3 с).

Время посадки-высадки в первую очередь зависит от количества и пропускной способности дверей. По количеству дверей трамваи бывают (сочлененные трамваи не рассматриваются) двух-, трех- и четырехдверные (рис.1).

Двери также бывают с разделительным поручнем и без разделительного поручня.

Проведенные исследования определили, что среднее время на посадку и размещение в салоне одного пассажира составляет 3 с, а на высадку – 2 с. В процессе проведения исследования было замечено, что в дверь без разделительного поручня входит или выходит одновременно только один человек (на установку разделительного поручня влияет ширина дверей и способ их открытия (внутри или наружу). Таким образом, количество пассажиров одновременно вошедших или вышедших на остановочном пункте в зависимости от количества две-

рей и наличия разделительного поручня представлено в табл.1.



Рис.1 – Общий вид трамваев:  
а – двухдверные; б – трехдверные.

Таблица 1 – Количество пассажиров одновременно входящих или выходящих в (из) трамвая

	Без разделительного поручня	С разделительным поручнем
Двухдверные	2	4
Трехдверные	3	6
Четырехдверные	4	8

Соответственно время на посадку-высадку можно представить формулой

$$t_{n-в} = q \cdot t_{n-в1} / n_{\partial} \cdot k_n, \text{ ч}, \quad (3)$$

где  $q$  – количество пассажиров входящих, выходящих из трамвая;  $t_{n-в1}$  – время посадки-высадки одного пассажира (5 с);  $n_{\partial}$  – количество дверей в трамвае;  $k_n$  – коэффициент, характеризующий наличие или отсутствие разделительного поручня: с поручнем  $k_n=2$ ; без поручня  $k_n=1$ .

Время на посадку-высадку одного пассажира представлено в табл.2.

Таблица 2 – Время на посадку-высадку одного пассажира, с

	Без разделительного поручня	С разделительным поручнем
Двухдверные	2,5	1,25
Трехдверные	1,67	0,83
Четырехдверные	1,25	0,63

Из всего вышеизложенного можно сделать вывод, что двухдвер-

ные трамвайные вагоны имеют худшую пропускную способность. Дополнительно можно отметить, что подобного типа вагоны не используют номинальной пассажироместимости, большинство пассажиров скапливается около дверей, оставляя середину вагона полупустой.

Целью данной работы является повышение эффективности трамвайных перевозок с помощью методов организации дорожного движения.

Еще одной проблемой, возникающей в процессе координации транспортного потока и трамвайного движения, является остановочный пункт. Остановочные пункты трамвая можно классифицировать следующим образом:

1) при размещении путей посредине проезжей части:

а) оборудованные посадочной площадкой, поднятой над уровнем проезжей части с барьерным ограждением пешеходного типа;



Рис. 2 – Посадочная площадка, приподнятая над уровнем проезжей части с барьерным ограждением пешеходного типа

б) оборудованные посадочной площадкой, поднятой над уровнем проезжей части без ограждающих устройств;



Рис. 3 – Посадочная площадка, приподнятая над уровнем проезжей части без барьерного ограждения пешеходного типа

в) без посадочной площадки (при осуществлении посадки-высадки пассажиров с тротуара).



Рис. 4 – Посадочная площадка расположена на тротуаре

2) при размещении путей на выделенном полотне:



Рис. 5 – Посадочная площадка на обособленном полотне

Так как при размещении путей на выделенном полотне конфликт между входящими (выходящими) пассажирами и транспортным потоком отсутствует, более подробно рассмотрим вариант при размещении путей посередине проезжей части.

Преимуществом посадочной площадки, приподнятой над уровнем проезжей части, является относительная защищенность пешеходов, ожидающих посадки или сошедших с трамвая от транспортного потока, а также возможность переходить проезжую часть в тот момент, когда на ней нет транспортных средств. Недостатком их является су-

жение проезжей части, что увеличивает напряженность в транспортном потоке; чрезмерная близость с обеих сторон (справа и слева) людей к траектории транспортного потока, что резко увеличивает вероятность возникновения конфликтной ситуации; узкая посадочная площадка, что при посадке-высадке вынуждает людей в спешке сходить с площадки и бегать по проезжей части.

К преимуществам остановочного пункта, оборудованного посадочной площадкой, поднятой над уровнем проезжей части с ограждающими турникетами, можно отнести полную защищенность пассажиров от транспортного потока, так как в этом случае пассажир переходит проезжую часть под землей.

При отсутствии посадочной площадки недостатком является преждевременный выход ожидающих пешеходов на проезжую часть к приближающемуся трамваю. Требование Правил, разрешающее пешеходам выходить на проезжую часть только после остановки трамвая, не учитывает психологию человека, нерационально и поэтому невыполнимо. Вследствие этого, к сожалению, возникает острый конфликт между пешеходами и приближающимся транспортом, в котором нет четких критериев оценки действий конфликтующих участников. Этот момент делает такие остановочные пункты весьма опасными.

Согласно новым правилам запрещается опережать движущийся трамвай, у которого включена аварийная световая сигнализация (световой указатель правого поворота), в зоне остановочного пункта трамвая. Остается определить, где начинается остановочный пункт и где он заканчивается. Опять же согласно новым правилам начало остановочного пункта обозначает знак «5.13.1 Остановочный пункт трамвая» в нижней части, которого может быть нанесено изображение таблички 7.2.1 с указанием расстояния, равного протяженности зоны остановочного пункта трамвая. Также границы зоны остановочного пункта обозначаются разметкой 1.17.2., которая в зимнее время не видна не только для водителей, но и для пешеходов. Остается еще один вопрос как быть, если остановочный пункт расположен за перекрестком. В этом случае правоповоротный транспорт может не увидеть аварийную световую сигнализацию трамвая, как впрочем, и остановочный пункт трамвая с уже собирающимися выходить на проезжую часть пешеходов. Поэтому, если по какой-либо причине размещение остановочного пункта перед перекрестком невозможно, то целесообразнее перенести остановочный пункт ближе к середине следующего за перекрестком перегона. Тем самым правоповоротный транспорт сможет вовремя сориентироваться, увидеть аварийную световую сигнализацию трамвая и непосредственно сам остановочный пункт. В связи с тем, что у

нас водители не стремятся выполнять правила и нередко стараются опередить трамвай даже тогда, когда он уже остановился, необходимо ввести в обязанность водителей трамвая проверять состояния транспортного потока перед открытием дверей.

Также неясна задняя граница остановочного пункта (разметка в данном случае не эффективна, так как имеет тенденцию к стиранию или, как уже отмечалось, в зимнее время она практически не видна). Особенно опасно, когда пешеходы начинают торопливый выход к заднему трамваю, который останавливается в 10-15 м от переднего. Водители не могут четко квалифицировать такие действия пешеходов, что усиливает неопределенность и опасность. Поскольку это связано с выходом пешеходов на проезжую часть прямо в конфликте с транспортом, то необходимо точно оговорить пределы этой зоны и четко ее обозначить.

Существенным недостатком размещения трамвайных путей по середине проезжей части, как уже отмечалось ранее, являются постоянные остановки транспортного потока для пропуска пешеходов, выходящих из трамвая. Это может вызывать заторы на дорогах, что уменьшает скорость транспортного потока, увеличивает аварийность и загрязнение окружающей среды выхлопными газами. Для решения данной проблемы трамвайный поезд пропускается по своему светофору в самом конце горения зеленого сигнала (при размещении остановочного пункта за перекрестком). Когда он прибывает на остановочный пункт, прямых транспортных потоков уже нет, они все прошли. В результате, с пешеходами конфликтуют только правоповоротный транспорт, которого мало и который идет на небольшой скорости. Закончив посадку, трамвай закрывает двери, отпуская этим остановленный транспорт, и отходит от остановочного пункта, двигаясь по синхронизированному сигналу своего светофора, расположенному либо непосредственно у остановочного пункта, либо на некотором удалении, чтобы освободить остановочный пункт и спокойно разогнаться под разрешающий сигнал. И так по всей магистрали, иными словами, трамвайный поезд пропускается в конце зеленого сигнала и на остановочном пункте, за перегонем пропускает целый цикл. Если светофорный цикл нельзя сделать коротким, пропускаются в одном цикле сразу два трамвайных поезда, если они есть. Два поезда хуже потому, что это будет не самый конец зеленого сигнала, а остановочный пункт будет расположен дальше от пешеходного перехода, что пешеходам не очень нравится.

Если остановочный пункт расположен перед перекрестком, то целесообразнее выпустить пассажиров в момент горения красного сигнала.

ла светофора, тем самым не мешая транспортному потоку [6]. В этом случае во избежание движения пешеходов между ожидающих разрешающего сигнала транспортных средств необходимо размещать стоп-линию в начале остановочного пункта.

Таким образом, представленные в статье данные использования трамвайного движения в крупнейшем городе позволили определить существующие проблемы по устройству остановочных пунктов, их размещению в зоне перекрестков, модернизации подвижного состава. Предлагаемые подходы позволят более рационально планировать работу электрического транспорта и тем самым повысить эффективность трамвайных перевозок пассажиров.

1.СНиП 2.05.09-90. Трамвайные и троллейбусные линии.

2.Автоматизированная система управления трамвайно-троллейбусным управлением города "АСУ - Электротранспорт". – Омск, 1986. – 4 с. (Информац. листок о науч.-техн. достижениях / Омский ЦНТИ; № 86-33).

3.Блатнов М.Д., Юдин В.А. Организация трамвайных и троллейбусных перевозок. – М.: Изд-во МКХ РСФСР, 1957.

4.Бордуков И.В., Шейшок Г.С. Скоростной трамвай. – К.: Будівельник, 1968. – 3 с.

5.Галонен Ю.М. Городской общественный трамвай и роль подземного и скоростного трамвая. Вып.15. Серия «Новая техника жилищно-коммунального хозяйства». – М.: ЦБНТИ МЖКХ РСФСР, 1968.

6.Живоглядов В.Г., Мартынов А.В. О методе инженерного расчета пропускной способности на регулируемых неравнозначных перекрестках с автомобильным и трамвайным движением / Применение методов вычислительной математики и вычислительной техники для решения научно-исследовательских задач. – Воронеж: ВГУ им.Ленинского комсомола, 1969.

*Получено 14.02.2006*

УДК 656

Ю.А.ВРУБЕЛЬ, Д.В.КАПСКИЙ, кандидаты техн. наук  
*Белорусский национальный технический университет, г.Минск*

### **НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ РАЗРАБОТКИ КОНЦЕПЦИИ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

Рассматриваются вопросы разработки Концепции безопасности дорожного движения в Республике Беларусь по основным направлениям развития транспортной отрасли.

Транспортная отрасль призвана удовлетворять транспортные потребности общества, оказывая ему транспортную услугу – перемещение (или возможность перемещения) людей, автомобилей и грузов. Существующие виды транспорта – железнодорожный, морской, водный, воздушный, трубопроводный и наш, дорожный – получили свое