

УДК 711.1

Маргарян Т.Г.,
tihran.marharian@gmail.com , код ORCID/ 0000-0002-5010-8330,
Київський національний університет будівництва та архітектури

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СУЧАСНОГО ТРАМВАЮ В ЕКОСИСТЕМІ МІСТА

Розглянуто перспективи розвитку сучасного трамвая в екосистемі міста. У сучасних містах велику роль відіграє громадський транспорт. При оптимізації або проектуванні сучасних трамвайних систем необхідне уточнення методіки обґрунтування даного виду транспорту та її долею у транспортній системі міста. При цьому необхіден комплексний підхід до вирішення даного питання, враховуючи кількісні та якісні характеристики міста та враховуючи нові технології, які в смозі знизити вплив сучасного трамваю на екосистему міста. Доцільно поетапно трансформувати існуючі трамвайні системи України в швидкісні трамвайні лінії. Такий підхід дозволить ефективно використовувати міський пасажирський транспорт, без істотних вкладень з боку муніципальних утворень.

Ключові слова: сучасний трамвай, екосистема міста, озеленення трамвайних колій.

Транспорт - один з найважливіших компонентів суспільного і економічного розвитку, який поглинає значну кількість ресурсів і надає серйозний вплив на навколишнє середовище. При всій важливості транспортного комплексу як невід'ємного елементу економіки, необхідно враховувати те, що значній мірі негативно впливає на природні - екологічні системи. Відомо, що особливо різко ці впливи відчуються у великих містах, зростаючи в міру збільшення щільності населення. Ця закономірність справедлива і щодо міського пасажирського транспорту, який, в більшості випадків, концентрується навколо пунктів тяжіння [1, 2].

У сучасних містах велику роль відіграє громадський транспорт. Він має великий вплив на місто і його мешканців. Добре організований рух громадського транспорту покращує транспортний стан міст, приваблює туристів, особливо якщо громадський транспорт працює в нічний час і проходить по значній території міста і його історичної частини як в Празі [3, 4].

Сучасний трамвай - це певне поєднання застосування швидкохідних, великої місткості трамвайних вагонів (одиначних або поїздів) і ліній, в необхідній мірі ізольованих від вуличного руху та мають криві великих радіусів, і досить віддалених один від одного зупинкових комплексів, що в

цілому забезпечує високу швидкість повідомлення, безпечність руху та при необхідності велику провізну спроможність [5]. У зарубіжній термінології близьким за значенням є термін «легкорейковий транспорт» (англ. Light rail Transport, LRT). У реалізованих системах швидкісного трамваю країнах колишнього СРСР (табл. 1) є такі відмінності від ліній звичайного трамвая: повна або майже повна ізоляція ліній від вуличного руху і по можливості від пішоходів, використання перетинів в різних рівнях з пішохідним і транспортним рухом, велика довжина перегонів, використання трамвайних потягів довжиною понад 28 метрів.

Сучасний трамвай поєднує в собі переваги як метро, так і звичайного трамвая. До переваг необхідно віднести:

- порівняльну дешевизну будівництва;
- простоту і низьку собівартість експлуатації наявних трамвайних вагонів;
- простоту і низьку собівартість експлуатації колійного господарства і об'єктів Енергопостачання;
- високу швидкість повідомлення;
- більший ступінь надійності (безпека руху, низький рівень впливу на екологічну ситуацію міста) та комфортності;
- майже повна відсутність перешкод іншим видам міського транспорту.

Таблиця 1.

Основні характеристики сучасних ліній трамвайних систем в СНД

Основные характеристики скоростных трамвайных систем в СНГ

Город	Протяженность, км	Кол-во станций	Кол-во перевезенных пассажиров	Скорость сообщения, км/ч
Волгоград	17,3 (7,1 подземных)	22 (6 подземных)	50 млн (2008)	до 28
Кривой Рог	18,7 (6,8 подземных)	15 (4 подземных)	17 млн (2009)	до 36
Киев	17 (2 линии)	20	Нет данных	до 28
Старый Оскол	23,4	21	8 млн (2011)	до 32
Усть-Илимск	14,6	10	Нет данных	до 28

Основним недоліком сучасного трамвая є необхідність у великих площах при будівництві (що особливо незручно при організації трамвайного руху на завантажених ділянках вулиць). Лінії сучасного трамваю при використанні міського рухомого складу здатні перевозити до 25 тисяч пасажирів на годину в одному напрямку, зазвичай це ізольовані ділянки. Варто відзначити, що пасажиропотоки потужністю понад 20 тисяч пасажирів на годину існують тільки в містах понад 1 млн жителів. Таким чином, на більшості ліній

пасажиропотік в містах України не перевищує 10 тисяч пасажирів в годину. При таких значеннях найбільш ефективним для використання є сучасні трамвайні системи.

Зауважимо, що в останні 20 років на пострадянському просторі намітилося негативне від носіння до трамваю. Кілька систем припинило існування, а кілька десятків значно деградувало. Крім того, в більшості міст немає коштів на будівництво нових систем швидкісного трамвая.

У зв'язку з цим доцільно поетапно трансформувати існуючі трамвайні системи в сучасні трамвайні лінії. Такий підхід дозволить ефективно використовувати міський пасажирський транспорт, без істотних вкладень з боку муніципальних утворень.

Торкаючись екологічного стану міста, не можна не враховувати вплив на нього транспортної системи, значну частину якої займає громадський транспорт. Всі основні об'єкти, які негативно впливають на міську екологію, умовно можна поділити на *стаціонарні* і *рухливі* (мобільні). До стаціонарних відносяться виробничі підприємства та інші інфраструктурні об'єкти, які виділяють шкідливі речовини. До мобільних джерел забруднення - міський транспорт. Якщо стаціонарні джерела забруднення впливають на безпосередньо прилеглу територію або поширюють шкідливий вплив під впливом вітру, течії води і т. п., то мобільні джерела, зокрема міський транспорт, рівномірно впливають на всю територію міста.

До основних негативних впливів міського транспорту на екологію міста можна віднести наступні фактори:

По-перше - це забруднення атмосфери за рахунок викидів вихлопних газів автомобілів, а також утворення пилу з твердих частинок від стирання гуми протекторів.

Другий фактор - забруднення ґрунту в результаті періодичного або систематичного розливу шкідливих речовин. Періодично це відбувається по шляху проходження транспорту, систематично - в місцях його технічного обслуговування.

Третім фактором забруднення можна назвати шум від руху транспорту, негативно впливає на середовище проживання людини в місцях найбільш інтенсивного його руху.

Четвертим фактором забруднення, безпосередньо пов'язаним з шумом, є вібрація, сила якої також безпосередньо залежить від інтенсивності транспортного потоку. Вібрація негативно впливає на будівлі і споруди та на саму дорожню мережу.

П'ятим та найважливішим показником екологічної чистоти транспорту - **безпека дорожнього руху**. Сучасний трамвай – дуже безпечний вид міського

транспорту, як у пасивній сфері, так і в сфері активної безпеки. Якщо рух трамвая проходить по виділеній лінії, відокремленої від решти проїжджої частини, то ДТП за участю сучасного трамвая практично не відбуваються. Незважаючи на очевидну перевагу сучасного трамвая в порівнянні з іншими видами міського громадського транспорту, міська влада не завжди віддає йому перевагу.

При цьому на першому місці за рівнем забруднення атмосфери та кількості ДТП знаходиться саме автотранспорт, а найбільш безпечний в цьому відношенні - рейковий електротранспорт. Основне джерело забруднення повітря - автотранспорт. В цілому частка автотранспорту в забрудненні атмосфери складає близько 34%, а в ряді міст автомобілі - основні джерела забруднення повітря. Рейковий електротранспорт практично не впливає на атмосферу. Деякий негативний вплив надає тролейбус, в основному за рахунок стирання гуми коліс. Забруднення ґрунту трамваем можна також вважати несуттєвим у порівнянні з іншими видами громадського транспорту, так як в вагоні трамвая використовуються тільки мастила.

Причини такого вибору криються не в екології, а в економіці. Прокладка сучасних трамвайних ліній, особливо виділених, вимагає великих фінансових коштів. Крім того, прокладка трамвайних колій і ліній електропередач для них пов'язана з певними технічними труднощами в організації руху в місті. Це, мабуть, єдина об'єктивна перешкода в розвитку сучасного трамвая, проте перешкодою це є лише на перший погляд.

Справа в тому, що навіть приблизні підрахунки економічної ефективності пасажирських перевезень на трамваї показують переваги цього виду транспорту перед іншими. Лінія трамвая здатна перевозити до 15 тис. Пасажирів за годину (сучасний трамвай і легке метро - до 30 тис.), В той час як автобусна лінія - не більше 7 тис., як засіб пасажирських перевезень – сучасний трамвай вдвічі ефективніше автобуса, оскільки при пасажиропотоці більше 5 тис люд/год, сучасний трамвай вигідніше, ніж автобус або тролейбус.

Ще один фактор шкідливого впливу транспорту - електромагнітне випромінювання. Залежно від виду транспорту, воно може бути більш-менш інтенсивним, але в будь-якому випадку присутня. Один з варіантів електромагнітного впливу - блукаючі. Якщо зіставляти основні фактори негативного впливу громадського транспорту на міську екологію, то по найбільш сильним (забруднення атмосфери і безпеку руху) усі види транспорту можна розділити на дві категорії:

1. Електричний рейковий - метро і трамвай;
2. Електричний колісний - тролейбус і автотранспорт.

Найбільш безпечний в цьому відношенні - рейковий електротранспорт. Шум - це, мабуть, один з факторів, де трамвай повинен програвати іншим видам громадського транспорту. Однак це не так. Застосування сучасних способів укладання рейкового полотна, наприклад чеською технологією з використанням гумових елементів, дозволяє домогтися того, що трамвай виробляє шуму на 10-15% менше, ніж автобус. Якщо рівень шуму автобуса знаходиться в межах 85-90 дБА, то для трамвая він менше 76 дБА [6]. Для трамвая також характерна сильна вібрація.

Однак, як і у випадку з шумом, знизити його до показників, менших, ніж у колісного транспорту, дозволяє використання нових систем рухомого складу і нових способів укладання рейкового полотна. Якщо пріоритет у забрудненні повітря безумовно належить автотранспорту, то головне джерело електромагнітного випромінювання - електротранспорт. Сила такого випромінювання невелика, та й час, проведений під його впливом (час поїздки), незначний. З модернізацією сучасного автотранспорту, зі збільшенням кількості комп'ютерних та інших електромагнітних систем, використовуваних в автомобілі, значення автотранспорту як джерела електромагнітного випромінювання підвищується. Проте, поки саме міський електротранспорт залишається головним джерелом електромагнітного випромінювання в транспортній системі міста.

Практична робота по організації міських пасажирських перевезень свідчить про те, що трамвай не застарів і залишається ефективним засібом міського громадського транспорту. Більш того, з огляду на тенденції розвитку сучасного міста, рейковий електротранспорт стає найефективнішим і перспективним видом міського громадського транспорту. Зокрема, такі тенденції розвитку міста, як зростання міського населення і інтенсивність руху всередині міста, вимагають особливого підходу до організації пасажирських перевезень. У вирішенні даного питання повинні поєднуватися висока пропускна здатність транспортних ліній і їх безпека, а також можливість подальшого розширення з урахуванням розширення самого міста.

Цим вимогам повною мірою відповідає сучасний трамвай. Крім того, трамвайне сполучення цілком може зв'язати місто з приміськими районами. Тут сучасний трамвай в змозі використовувати єдину мережу колій з приміським електропоїздом і зберегти сформовану систему пасажирських перевезень для жителів найближчих до міста районів. Концентрація людей в містах неминуче впливає на стан навколишнього середовища і цей вплив, на жаль, негативний.

Пристрії трамвайних шляхів в одному рівні з проїзною частиною, тягне за собою їх асфальтування або бетонування. Це призводить до ряду несприятливих екологічних наслідків. Збільшується поверхневий стік зливових

вод, який під час проливних дощів може перевантажити каналізаційну систему міста. Збільшуються витрати на очистку стічних вод. Зменшується приплив ґрунтових вод, зменшується рівень випарів і повітряна вологість. Збільшується вміст пилу в навколишнє середовище. Зростає рівень шуму, не тільки за рахунок збільшення числа автомобільного транспорту, але великого числа поверхонь і щільної забудови, які відображають звук, а не поглинають його.

З 80-х років двадцятого століття в країнах Західної Європи стали застосовувати озеленення трамвайних шляхів. Це можна зустріти в Барселоні, Франкфурті, Мілані, Сент-Етьєні, Страсбурзі і Варшаві (Мал. 2, 3, 4, 5).



Мал. 1, 2. Озеленення трамвайних шляхів



Мал. 3, 4. Озеленення трамвайних шляхів

Жителі цих міст відразу ж відчули поліпшення. У спекотну погоду температура повітря в місті стала трохи менше, зменшився стік зливових вод з трамвайного полотна, знизився рівень шуму. До питання вирішення озеленення трамвайних колій слід підходити творчо. Зрозуміло, що трамвайні колії, розташовані по осі вулиці на виділеному полотні, не варто засаджувати деревами та чагарниками через умови видимості транспорту і щоб уникнути дорожньо-транспортних пригод.

Однак, якщо трамвайні колії проходять в парковій зоні або через міські сквери, то таке рішення буде обґрунтованим. Тільки в цьому випадку слід влаштувати посадку дерев і чагарників не впритул до трамвайному полотну, а на деякій відстані від нього. Посадка дерев і чагарників є додатковим шумопоглинаючим фактором. Наприклад, в Празі трамвайне полотно додатково обладнуються шумозахисними парканами. Рішення, озеленення виділеного трамвайного полотна звичайно ж, приймає міська влада. І якщо воно прийнято, то це тягне за собою додаткові витрати на реконструкцію.

Зростаючий попит на влаштування газонів у трамвайному мірейкового простору привів до використання штучних газонів. Вони мають як переваги, так і недоліки. Переваги: низькі експлуатаційні витрати (не треба косити і прополювати); цілорічний колір; легко замінюються; висока вогнестійкість. Недоліки: немає випаровування і поглинання CO₂, за допомогою фотосинтезу; не поглинає воду; немає можливості повторного використання.

Озеленення трамвайних шляхів передбачає ряд позитивних ефектів, які зазвичай тісно пов'язані один з одним. Наведемо найбільш важливі з них:

- *Водопоглинання або затримання води.*

Щорічно в середньому від 50% до 70% опадів затримується рослинністю, висадженої на трамвайних коліях. Очиток (Sedum) затримує близько 50%, а газонні трави - 70% опадів. Влітку цей показник може доходити до 90%. Отже, один гектар трамвайного озеленення щорічно затримує приблизно 5530 м³ води та приблизно 3950 м³ води затримується посадками Очитка (Sedum).

- *Випаровування опадів.*

Випаровування 1 л води може охолодити 200 м³ повітря на 10 °С. Таким чином, кожен м² озелених трамвайних шляхів може охолодити близько 44 000 м³ повітря на 10 °С протягом літа.

- *Зменшення температури рейки, за рахунок випарного охолодження.*

Відбувається захист ґрунту і шляхів від прямих сонячних променів і пов'язаних з цим нагріву. Рослинність має меншу теплоємність в порівнянні з бетоном або асфальтобетоном. Температура рейок без вбудовування системи озеленення може доходити до 50-60 °С влітку. При наявності озеленення температура знижується до 25-30 °С. Таким чином, відбувається пом'якшення температурного режиму трамвайних шляхів.

- *Поглинання забруднень.*

Дослідження показали, що на поверхнях Очитка (Sedum), висадженого у міжрейкового полотна були виявлені речовини, які могли утворитися в результаті тертя колеса з рейкою, частки від гальм. Крім того, були виявлені важкі метали, такі як марганець, мідь, хром і поліциклічні ароматичні

вуглеводні (РАН). Наявність рослинності дозволяє знизити концентрацію дрібного пилу і забруднюючих речовин.

Відбувається часткове зчеплення забруднюючих речовин рослинами і зниження кількості пилу в жолобі рейки. Отже, озеленення може сприяти зменшенню концентрації тонкого пилу в міському середовищі.

- *Зниження шуму.*

Дослідження показали, що посадка рослинності у підшви рейки не дає відчутного зниження рівня шуму, воно склало близько 1 дБ (А). Було доведено, що рослинність, висаджена в одному рівні з головкою рейки, зменшує рівень звуку до 3 дБ (А). Тобто озеленені трамвайні колії можуть сприйматися як менш гучні. Проте, психологічний вплив озеленення трамвайних колій на суб'єктивному акустичному сприйнятті шуму не повинно бути недооцінене.

Одним з переваг озелених сучасних трамвайних колій є очевидне поліпшення естетичного ефекту в порівнянні з асфальтобетонним або бетонним міжколійю. Це особливо прикрасить міські території з невеликою кількістю озеленення, в районах старої забудови, де немає можливості провести реконструкцію вуличної мережі і додати газони. Оптичне сприйняття таких трамвайних колій також впливає на соціальне і психічне здоров'я жителів цих районів.

Міста з підземним відведенням зливових вод отримують менший обсяг стоків в систему міської зливової каналізації. Температура рейок знижується. Таким чином, зменшується ймовірність аварії через утворення хвилястих шляхів, а також додаткові роботи, пов'язані з технічним обслуговуванням.

Поліпшується імідж транспортних компаній щодо їхнього внеску в поліпшені умови життя, а також в екологічну рекламу. Внаслідок випаровування і зменшення температури навколишнього повітря, зменшується формування міських теплових островів. Менш знижується продуктивність працюючого населення. І менше проблем зі здоров'ям, які з'являються в результаті підвищення температури навколишнього повітря [8].

Підводячи підсумок, відзначимо, що практична робота з організації міських пасажирських перевезень наглядно показує, що сучасний трамвай залишається ефективним засобом міського пасажирського транспорту. Більше того, враховуючи тенденцію розвитку міста, використання сучасного трамваю стає найефективнішим та перспективним видом міського пасажирського транспорту. Розвиток міста зумовлено збільшенням кількості населення та інтенсивністю руху в місті. У вирішенні даного питання повинні поєднуватись висока пропускна можливість сучасних трамвайних ліній та їх безпечність, та подальший розвиток, за умови перспективи розвитку міста.

Сучасна трамвайна система в змозі зв'язати місто та пригородні райони, в даній ситуації сучасний трамвай стає рентабельніше ніж електропоїзд та вирішує питання пересування місцевих жителів до міст прикладання праці.

Модернізація трамвайної системи, направлена на технічний прогес в області транспортної інфраструктури в цілому, також на раціональне використання його типів в ув'язці з плануванням міських територій та пригородних зон, на взаємодію елементів інфраструктури забезпечує вирішення питань зручного пересування пасажирів при найменшій затраті часу. Від ступеню розвитку всіх елементів трамвайної системи та транспортної інфраструктури міста залежить майбутнє міст та великих, тяжіючих до них територій, стан навколишнього середовища, а також її художньо-естетичне перетворення. [8].

Використана література

1. Селиванов С.Е., Бажинов А.В. Экологические проблемы Харькова – транспортный аспект // Вестник Харьковского национального автомобильно-дорожного университета. 2010. № 49. С. 143-151.
2. Дудкин Е.П., Черняева В.А. Проблемы охраны труда и геоэкологической опасности городского транспорта // Технология техносферной безопасности. 2014. № 1(53). С. 201-211
3. Prague tram [Електроний ресурс]. URL: http://ru.wikipedia.org/wiki/Пражский_трамвай
4. . Tramline Extension. Victoria Square to City West university campus. Urban Design Report. Department for Transport, Energy and infrastructure. October, 2006. [Електронний ресурс] URL: http://www.infrastructure.sa.gov.au/_data/assets/pdf_file/0008/16100/int9.pdf
5. Хиценко В. В. Скоростной трамвай. — Л. : Стройиздат, 1976. — 180 с.
6. Косой Ю. М. Экономика и управление на городском электрическом транспорте. — М. : Мастерство, 2002. — 352 с.
7. Дудкин Е.П., Параскевопуло Ю.Г., Султанов Н.Н., Параскевопуло Г.Ю. Городской рельсовый транспорт: инновационные конструкции трамвайного пути на выделенной полосе // Транспорт Российской Федерации. 2013 № 4(47). С. 51-54.
8. Effect and Function of Green Tracks. Publication of GRÜNGLEISNETZWERK [Електрон. ресурс]. URL: <http://www.gruengleisnetzwerk.de/images/downloads/effects.pdf>
9. Азаренкова З.В. Транспортная составляющая социальных стандартов качества жизни в градостроительстве, статья сстра. 85-88, Градостроительство, 2011 год.

Маргарян Т. Г.

Киевский национальный университет строительства и архитектуры

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОГО ТРАМВАЯ В ЭКОСИСТЕМЕ ГОРОДА

Рассмотрены перспективы развития современного трамвая в экосистеме города. В современных городах большую роль играет общественный транспорт. При оптимизации или проектировании современных трамвайных систем необходимо уточнение методики обоснования данного вида транспорта и его судьбой в транспортной системе города. При этом необходим комплексный подход к решению данного вопроса, учитывая количественные и качественные характеристики города и учитывая новые технологии, которые в состоянии снизить влияние современного трамвая на экосистему города. Целесообразно поэтапно трансформировать существующие трамвайные системы Украины в скоростные трамвайные линии. Такой подход позволит эффективно использовать городской пассажирский транспорт, без существенных вложений со стороны муниципальных образований.

Ключевые слова: современный трамвай, экосистема города, озеленение трамвайного полотна.

Marharian T.H.

Kyiv National University of Construction and Architecture

PROSPECTS OF THE DEVELOPMENT OF THE MODERN TRAM IN THE ECOSYSTEMS OF THE CITY

The prospects of development of modern tram in the ecosystem of the city are considered. In modern cities, public transport plays an important role. When optimizing or designing modern tram systems, it is necessary to clarify the methodology of justification of this type of transport and its fate in the transport system of the city. There is no need for a complex approach to the solution of this issue, taking into account the quantitative and qualitative characteristics of the city and taking into account new technologies that can reduce the impact of the modern tram on the ecosystem of the city. It is advisable to gradually transform the existing tram systems of Ukraine into high-speed tram lines. Such an approach will allow the efficient use of urban passenger transport, without significant investments by municipalities.

Keywords: city, tram ways, gardening. urban transport, passenger transport, and ecology