

УДК 656.132:62-1/9:378

## **НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ НОВОЙ КОНЦЕПЦИИ ФОРМИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

**Щурин К.В.**

Оренбургский государственный университет  
Оренбург, Россия

*Рассматриваются способы повышения технико-экономической, экологической и социальной эффективности городского пассажирского транспорта общего пользования. Обуславливается необходимость коррекции учебных программ подготовки, переподготовки и повышения квалификации специалистов, вызванная изменением концепции создания силовых агрегатов мобильных машин.*

Изменение концептуальных основ формирования конструктивных параметров машин крупносерийного и массового производства возможно лишь на основе многокритериальной оптимизации, в процессе реализации которой одним из важнейших факторов, наряду с научно-инженерными, является создание новых учебных программ подготовки и переподготовки специалистов в областях создания и эксплуатации машин нового поколения. Рассмотрим данный тезис на примере комплексной модернизации подвижного состава и инфраструктуры городского транспорта общего пользования. В условиях современных мегаполисов и крупных городов проблема обеспечения эффективного функционирования наземного пассажирского транспорта общего пользования связана с решением комплекса технических, социально-экономических, образовательных и многих других задач, среди которых важнейшее место занимает решение системных задач надежности, безопасности и соответствия показателей технического уровня конкретного вида транспорта общей градостроительной концепции.

Первый троллейбусный маршрут появился значительно ранее автобусного. Он был организован в Германии в 1882 году на основе изобретенного М. Шимманом и В. Сименсом нового вида транспорта – троллейбуса. До появления первого в мире автомобиля оставалось ещё четыре года, что и предопределило на многие годы приоритет концепции электрического транспортного средства.

В России первый экспериментальный троллейбус был разработан и построен в 1902 году под руководством выдающихся изобретателей П.А. Фрезе и С.И. Шуленбурга. Однако в силу известных исторических причин действующая троллейбусная линия в нашей стране была введена в эксплуатацию только в 1933 году в Москве. Претерпев с тех пор свыше 10 модернизаций конструкции, троллейбус и по сей день остается одним из основных видов общественного транспорта практически во всех крупных городах бывшего СССР, сохраняя свою привлекательность, прежде всего, благодаря относительно высоким показателям экологической чистоты, низкому уровню шума и невысокой себестоимости пассажирских перевозок. Очевидно, для средних городов значение этого вида транспорта будет сохраняться еще многие годы.

Иначе обстоит дело с использованием троллейбусного транспорта в крупных городах и мегаполисах. Крупнейшее в мире троллейбусное хозяйство находится сегодня в Москве, где на линиях общей протяженностью около 900 км работают около 1300 троллейбусов, осуществляя ежедневные перевозки более 3 миллионов пассажиров. По совокупности этих показателей Москву считают «троллейбусной столицей мира». В «трамвайной столице мира» Санкт-Петербурге на маршрутах общей протяженностью 600 км эксплуатируются свыше 800 троллейбусов. Однако сегодня

уже ясно, что для крупных городов лучшие времена этого вида транспорта остались в прошлом. Функционируя при постоянно усложняющихся условиях эксплуатации, троллейбус утрачивает свои известные преимущества; в то же время все более отчетливо проявляются его концептуальные и конструктивные недостатки, к которым в первую очередь следует отнести:

*1. Неавтономность.* Это свойство, обусловленное основной концепцией конструкции троллейбуса, особенно негативно проявляется в условиях аварийных ситуаций в энергосистемах городов, отказов собственных систем троллейбуса и устройств его электроснабжения, стихийных бедствий, боевых действий, терроризма и вандализма. При этом троллейбус полностью утрачивает функцию транспортного средства, превращаясь в помеху для других видов транспорта. Неавтономность троллейбуса обуславливает полное отсутствие возможности изменения маршрутов движения.

Многие годы неавтономность троллейбуса оправдывали экологическим несовершенством силовых агрегатов на основе двигателей внутреннего сгорания (ДВС), одновременно декларируя «низкий к.п.д.» ДВС в сравнении с электроприводом. Оба аргумента в настоящее время являются несостоятельными. Современные ДВС, особенно дизельные и работающие на сжиженном газе, оснащенные эффективными системами очистки выхлопных газов, имеют высокие экологические показатели и, как правило, соответствуют жестким экологическим требованиям – не ниже ЕВРО-3. Не следует забывать и того, что электроэнергия, потребляемая троллейбусным транспортом, вырабатывается в основном на тепловых электростанциях (ТЭС), экологические требования к которым менее жесткие в сравнении даже с ЕВРО-1, то есть «выхлопная труба» троллейбуса, находящаяся от него на некотором расстоянии, в удельном выражении выдает населению и окружающей среде вредных выбросов больше выхлопной трубы современного транспортного ДВС. Количественный анализ вредных компонентов выхлопных газов (СО, СО<sub>2</sub>, NO, СН и др.) показывает, что их удельное соотношение – в расчёте на 1 кВт·ч выработанной электроэнергии – для ТЭС в 1.5 – 3 раза (в зависимости от вида топлива) хуже, чем для ДВС, соответствующих экологическим требованиям ЕВРО-3. Необходимо также учитывать, что в большинстве случаев ТЭС расположены в городской черте.

Что же касается более высокого к.п.д. троллейбуса, то это утверждение так же не выдерживает критики: оно справедливо лишь без учета к.п.д. всей системы электроснабжения подвижного состава. К.п.д. современного автобуса достигает 35-37 %, а у троллейбуса этот комплексный показатель с учетом потерь в генерирующих установках и инфраструктуре электроснабжения не превышает 28 %. В связи с изложенным очевидным является вывод об экономической нецелесообразности использования неавтономного наземного городского транспорта. К этому выводу, к примеру, давно пришли в США, где в структуре наземного, в т.ч. железнодорожного транспорта, практически полностью отсутствует неавтономный подвижной состав.

*2. Низкие маневренные свойства.* Это отрицательное свойство обусловлено, в первую очередь, неавтономностью троллейбуса, а также кинематической схемой и низким уровнем надежности устройства токосъема. Занимая широкую полосу движения, как правило, общую с другими видами транспорта, троллейбус, в случае возникновения отказа собственной энергетической или ходовой системы, а также технической инфраструктуры электроснабжения, становится препятствием для транспорта, следующего за ним. В случае возникновения нештатной ситуации, например ДТП у впереди идущего транспорта, троллейбус в силу ограниченности поперечного маневра также не может продолжить движение. Возникающая при этом сложная дорожная ситуация усугубляется еще и тем, что одновременно останавливаются и другие троллейбусы, находящиеся на данном участке контактной сети. Восстановление нормального движения связано с большими затратами времени и требует существенных организа-

ционно-технических усилий. С увеличением числа участников дорожного движения такие характеристики одного из массовых видов городского транспорта становятся недопустимыми.

3. *Сложность и нерациональность инфраструктуры функционирования.* Технический комплекс, необходимый для обеспечения функционирования троллейбусного транспорта, включает тяговые подстанции, устройства и сооружения контактной сети, диагностическую и ремонтно-восстановительную технику и многие другие дорогостоящие основные и оборотные фонды, требующие значительных материальных затрат и большого количества рабочих мест для их обслуживания, что является существенным обременением для бюджета городского хозяйства. Кроме того, большинство мегаполисов и крупных городов испытывают «энергетический голод», а системы их электроснабжения работают с перегрузкой. В этой ситуации важнейшим тактическим мероприятием является сокращение числа потребителей электроэнергии путем их перевода на другие источники энергии. По оценке автора троллейбусный транспорт Москвы ежегодно потребляет свыше 500 млн. киловатт-часов электроэнергии и является одним из первых кандидатов на реформирование.

4. *Снижение уровня архитектурной привлекательности города и безопасности жизнедеятельности населения.* Присутствующие в городском ландшафте сооружения и устройства электроснабжения троллейбусного транспорта с многочисленными столбами-опорами и паутиной контактной сети придают ему промышленный облик, нивелируя черты его историко-культурной и архитектурной привлекательности. Одновременно наличие опасных для жизни электротехнических устройств высокого напряжения непосредственно в среде обитания горожан неоднократно приводило к тяжелым последствиям: травмам и гибели людей, пожарам и дорожно-транспортным происшествиям.

Перечисленные негативные свойства троллейбусного транспорта требуют принятия незамедлительных организационно-технических решений, связанных с его реформированием. Практически все ведущие западные страны энергично ликвидируют троллейбус. На его родине – в Германии он исчез из транспортных систем 70 городов, оставшись лишь в трех, в США троллейбус ликвидирован в 37 городах из 39, в Великобритании он исчез полностью еще в 1972 году. Сегодня более половины мирового троллейбусного парка эксплуатируется в городах России и стран, ранее составлявших СССР.

Следует заметить, что для России проблема реформирования городских транспортных систем так же не является новой, однако среди предложений по ее решению превалирует одно: замена троллейбуса автобусом. При кажущейся очевидности этого решения оно, по мнению автора, не является оптимальным. Например, в России лишь Ликинский автобусный завод (ЛиАЗ) в ограниченном количестве выпускает городские автобусы условно приемлемого качества. Однако по своим экологическим показателям они не соответствуют требованиям современного мегаполиса. Массовые закупки автобусов у зарубежных производителей по многим причинам также являются неприемлемым вариантом. На протяжении нескольких лет обсуждается концепция «дискретного» движения троллейбуса, при котором часть маршрута (например, в исторических районах городов) он проходит в автономном режиме с использованием энергии, чаще всего, аккумуляторной батареи. Эта концепция является тупиковой, поскольку её реализация связана с удорожанием подвижного состава и, что главное, отсутствием решения главной задачи – ликвидации громоздкой инфраструктуры энергоснабжения городского электротранспорта.

В то же время многолетний опыт производства троллейбусов позволил довести показатели их технического уровня до мировых, а абсолютное большинство отрицательных свойств троллейбусного транспорта, как уже отмечалось, связаны с его неавтономностью, то есть наличием внешней системы энергоснабжения. Из этого следует, что, изменив конструкцию троллейбуса до уровня автономного транспорт-

ного средства с гибридной силовой установкой – электробуса, возможно в сжатые сроки в значительной степени способствовать решению проблемы наземного городского общественного транспорта при минимальных дополнительных затратах.

Основу конструктивной концепции электробуса составляет максимальная унификация с конструкцией троллейбуса, от которой «отсекается» только оборудование для токосъема с контактного провода. Все остальные узлы, агрегаты и системы, включая тяговый электродвигатель, трансмиссию и систему управления, остаются неизменными в новой конструкции. В качестве энергетического модуля электробуса используется, например, дизель-генераторная установка переменного-постоянного тока, общая мощность которой складывается из мощностей, необходимых на тягу (частичное покрытие потребностей) и собственные нужды (отопление, светотехника и др.). Использование электрической передачи переменного-постоянного тока, состоящей из синхронного генератора, выпрямительной установки и штатного тягового электродвигателя постоянного тока позволит без дополнительных трудностей осуществлять внутреннюю рекуперацию электроэнергии при торможении электробуса, когда тяговый двигатель переводится в режим генератора, а вырабатываемая им электроэнергия поглощается батареей суперконденсаторов (ионисторов) с последующим возвратом на тягу и собственные нужды. Отметим, что начавшееся несколько лет назад массовое производство мощных ионисторов предопределило появление новой конструктивной концепции силовых установок подвижного состава – с внутренней циркуляцией энергии. При этом из таких конструкций в ближайшее время будет полностью вытеснен традиционный накопитель энергии – аккумулятор, что обусловлено его чрезвычайно низкими показателями долговечности и экологической чистоты.

С учетом того, что электробус работает в режиме маятника (разгон – торможение – разгон – ...), наличие внутренней рекуперации позволит существенно повысить значение его общего к.п.д. и за счет этого в 1,5 – 2 раза снизить установленную мощность энергетического модуля, который будет работать в основном на постоянных оборотах, выполняя функцию подпитки конденсаторов для компенсации механических потерь. Такой режим работы позволит дополнительно, и существенно – в 3...5 раз, снизить уровень вредных компонентов в выхлопных газах, который, как известно, резко возрастает при работе ДВС на переходных режимах.

В качестве базового экипажа при создании опытного образца электробуса, отработки его конструкции и последующего серийного производства возможно использование экипажной части и силовых агрегатов практически любого троллейбуса, в первую очередь – троллейбусов семейства АКСМ-201, выпускаемых УП «Белкоммунмаш» (г. Минск), а так же троллейбусов производства завода «Тролза» (г. Энгельс) и завода ЛиАЗ (на базе автобуса ЛиАЗ-5256).

С целью унификации подвижного состава городского пассажирского транспорта и повышения его технического уровня, в первую очередь – энергетических и экологических показателей, в мегаполисах целесообразна замена электробусами и существующего автобусного парка. В настоящее время имеются необходимые расчетно-компоновочные решения конструкции электробуса, что позволит при создании соответствующих условий в сжатые сроки выполнить этапы НИОКР и подготовки производства.

Производство электробусов целесообразно осуществлять одновременно по двум вариантам:

1. Переоборудование троллейбусов, высвобождающихся вследствие отмены действующих сегодня городских троллейбусных маршрутов, а так же в процессе КРПМ (капитального ремонта с продлением ресурса и модернизацией) троллейбусов.

2. Изготовление электробусов на базе троллейбусов, серийно выпускаемых в настоящее время.

Таким образом, проблема модернизации городского транспорта может быть решена на базе известных конструкций подвижного состава с высокими показателями технического уровня, без коренной реконструкции производственных мощностей заводов-изготовителей и эксплуатационных предприятий.

Осознание важности рассматриваемой проблемы переводит её в область практических решений. Большинство известных автопроизводителей энергично адаптируют гибридные силовые агрегаты в конструкции своих моделей. Наибольших успехов в этом направлении добились Toyota (легковые автомобили), Volvo (грузовые автомобили), MAN (автобусы). Руководители Toyota декларируют намерение достижения в 2014 году 85 % объёма производства автомобилей с гибридным приводом.

Известные всем энергетические и транспортные проблемы крупнейшего города СНГ – Москвы, как и многих других крупных городов, побуждают их руководителей к принятию решений, концептуально близких к предлагаемым в настоящей статье. Так Правительством Москвы принято решение об изъятии с городских маршрутов двухсекционных троллейбусов, ликвидации в 2011 г. троллейбусных маршрутов в центре города и полной ликвидации городского троллейбусного транспорта в ближайшей перспективе. Что же предлагается взамен? Как обычно, двусмысленное решение – зарубежные закупки автобусов с гибридными силовыми установками. Таким образом, на месте одной проблемы возникают несколько: куда девать сотни выводимых из эксплуатации, зачастую практически новых троллейбусов?; как одномоментно создать систему ТО и ремонта закупаемого подвижного состава?; где взять обученные кадры для эксплуатации и ремонта новой сложной техники? И многие другие вопросы, в том числе финансовые и социальные.

Полагаем, что решение рассмотренной здесь транспортной проблемы в рамках изложенного нами подхода будет отвечать принципам многофакторной оптимизации и обеспечит комплексный технико-экономический, экологический и социальный эффект.

Материалы данной статьи в значительной степени отражают тенденцию мирового машиностроения к «гибридизации» силовых агрегатов транспортных и технологических мобильных машин. Это обуславливает необходимость соответствующей коррекции учебных программ подготовки, переподготовки и повышения квалификации специалистов, которые должны выйти на новый уровень понимания перспектив развития транспорта и его инфраструктуры на основе современных реалий в сферах энергетики, ресурсосбережения, экологии и безопасности жизнедеятельности. В учебных программах должны быть существенно усилены курсы электротехники, электрических машин, электрической тяги, электрического и электронного оборудования, экологии транспорта, организации и безопасности движения. Это позволит не только соответствовать изменяющейся концепции создания транспортных машин, но и творчески совершенствовать её.

1. Щурин К.В. Повышение технического уровня и энергетической безопасности городского пассажирского транспорта: в сб. докл. Междунар. науч.-техн. конгресса по безопасности «Безопасность – основа устойчивого развития регионов и мегаполисов» / К.В. Щурин. – М., 2005. – С. 105-107.
2. Щурин К.В. Социально-техническое регулирование надёжности транспортно-технологических систем: труды Международного симпозиума «Надёжность и качество»: в 2-х т./ под ред. Н.К. Юркова / К.В. Щурин, В.И. Рассоха – Пенза: Информационно-издательский центр ПензГУ, – 2009. – 1 т. – С. 93-95.
3. Щурин К.В. Оптимизация структуры непрерывного профессионального образования / К.В. Щурин // «Стандарты и качество» – 2006. – №1. – С. 68-74.