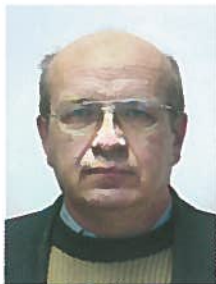


Легкорельсовый транспорт: сегодня и завтра



Олег МАНЫЛОВ,
главный инженер
проекта ЗАО
«Автоматизированные
системы и комплексы»
(Екатеринбург)

Тот, кто считает, что трамвай как вид транспорта безнадежно устарел и его пора списать и заменить на что-либо современное, динамичное — автомобиль, метро или троллейбус, сильно ошибается. В Екатеринбурге трамваи надежно и плодотворно трудятся во благо Уральской столицы. Особенно это касается легкорельсового транспорта, о преимуществах которого рассказывает Олег Манылов.

ЗАО «Автоматизированные системы и комплексы» (АСК) — одно из ведущих в России предприятий в области комплексной автоматизации технологических процессов с применением современных средств автоматизации и цифровых систем управления электроприводами.

Результатом творческого и делового сотрудничества ЗАО «АСК» и ОАО «Трансмаш» явилось создание сочлененного трамвая длиной 21,5 метра и вместимостью 210 человек. Трамвай с опцией автономного хода свяжет один из густонаселенных районов Екатеринбурга с центром города. Преимущество эксплуатации такой машины заключается в том, что при прокладке трамвайных путей не нужно будет строить электроподстанции и тяговые сети. Зарядки аккумуляторов трамвая хватит на 70 километров хода в теплое время года, а зимой трамвай сможет проехать без подзарядки порядка 40 километров.



Преимущества рельсового транспорта Удельные расходы на перевозки по топливу/электроэнергии

Вид транспортного средства	Расход топлива в городе, л/100км	Расход электрической энергии, кВт-час/км	Цена топлива, электроэнергии	Стоимость 1 км пробега по топливу, энергии, руб	Масса, т	Удельный расход топлива, электроэнергии	Удельная стоимость перевозки, руб/т-км***
Легковой а/м (ВАЗ-2110)	10,0	-	30 руб/л	3,0	1,4	0,071 л/т-км	2,13
Автобус (Икарус-280)	44,0*	-	30 руб/л	13,2	20,0	0,022 л/т-км	0,66
Трамвай	-	1,5**	2,5 руб/кВт-час	3,75	30,0	0,05 кВт-час/т-км	0,125

Примечания: * заявлено производителем; ** реальное эксплуатационное энергопотребление трамвайных вагонов 71-405, 71-407. *** удельные затраты на тонно-километр учитывают массу самого транспортного средства

Современные мировые тенденции

Легкорельсовый транспорт (ЛРТ) – это рельсовый транспорт, который, развиваясь поэтапно, на базе современного трамвая, превращается в высокоскоростную транспортную систему, осуществляющую движение по обособленному пути на наземном уровне, под землей и на эстакаде.

- ЛРТ сегодня наиболее динамично развивающийся общественный транспорт в крупных городах мира.
- ЛРТ более скоростной вид транспорта, чем автобус, троллейбус и традиционный трамвай, обладающий большими провозными способностями.
- Для большинства крупных городов мира ЛРТ – высокоэффективная альтернатива метрополитену.
- ЛРТ как экологически чистый электрический транспорт во многом решает проблемы экологии в крупных промышленных городах.
- ЛРТ обладает высокими провозными способностями, что позволяет решать проблему ограниченной пропускной способности дорожно-уличной городской сети.
- ЛРТ, что особенно актуально, позволяет существенно экономить потребление топливо-энергетических ресурсов.

Перспективность

- Большая провозная способность.
- Скорость и регулярность.
- Надежность.
- Комфорт и простота использования.
- Безопасность.
- Экологическая чистота.
- Способность к адаптации.
- Вклад в положительный имидж города.
- Влияние на транспортную ситуацию в целом.
- Поэтапное развитие.

Технологические решения

- Низкопольные конструкции.
- Новые системы тягового электропривода.
- Модульная конструкция.
- Использование композитных материалов.
- Снижение потребления энергии.
- Упрощение ремонта и обслуживания.
- Системы с гибридным приводом.
- Системы с бортовыми устройствами накопления и хранения энергии, что позволит осуществлять движение вне контактной сети

Электрооборудование для подвижного состава городского электротранспорта

Одним из приоритетных направлений деятельности предприятия «Автоматизированные системы и комплексы» является разработка, производство и внедрение электрооборудования для подвижного состава городского электротранспорта. Темой тягового электропривода городского электротранспорта мы занимаемся уже более 15 лет.

Изначально, с первых шагов участия в трамвайной теме, наших разработчиков отличало скрупулезное отношение к безусловному выполнению технического задания заказчика и соблюдение всех норм и требований нормативных документов.

Например, выбранные асинхронные тяговые двигатели имеют номинальное напряжение питания 345В эффективного значения при частоте 60Гц, в отличие от 467В при частоте 50Гц у тяговых двигателей других производителей вагонов. Это обеспечивает соответствие всех динамических характеристик вагонов ГОСТ 8802-78 при пониженном напряжении в контактной сети до 500В. Также для выполнения этого требования в нашем тяговом оборудовании применяются более мощные IGBT-модули. Как следствие большого запаса по току, мы имеем чрезвычайно низкий процент отказов IGBT-модулей в эксплуатации – единичные случаи на парк из более чем 200 вагонов. В целом по результатам эксплуатации среднестатистическая наработка на отказ электрооборудования вагонов с асинхронным тяговым приводом составляет более 50 000 км пробега, модернизированных вагонов «Татра» ТЗ – более 200 000 км.

Для обеспечения электромагнитной совместимости оборудования, снижения электромагнитных помех и минимизации воздействия на контактную сеть мы применяем в тяговом оборудовании LC-фильтры с увеличенной индуктивностью дросселя (до 1,5 мГн) при высокой емкости конденсаторной батареи (до 10 000мкФ). Дроссели – собственной разработки, воздушные, с естественным или принудительным охлаждением.

ЗАО «АСК» создает системы для литейно-прокатных комплексов, станов холодной и горячей прокатки, сортопрокатных станов, станов катанки, листопрокатных и трубопрокатных станов, прессов и печей. Разрабатывает и внедряет современные электроприводы и системы управления для подъемно-транспортных механизмов. Создает системы управления цехами и предприятиями (MES - системы) с использованием современных сетевых технологий и моделированием технологических процессов, АРМы технологов, обслуживающего персонала, руководителей производства на базе программного обеспечения Simatic IT и Broner Metals Solutions. На предприятии создаются энергосберегающие тяговые преобразователи для электротранспорта постоянного и переменного тока мощностью 50-250 КВт., разрабатываются микропроцессорные системы управления движением поездов и углеперегрузочных комплексов портов и угольных терминалов. ЗАО «АСК» модернизирует электроприводы буровых установок с автоматизированной системой управления для управления буровыми насосами и вспомогательными механизмами насосного блока и циркуляционной системы.

Все оборудование выпускается с рабочим диапазоном температур $-40...+45^{\circ}\text{C}$. Проверено эксплуатацией в различных климатических зонах – от Ташкента до Красноурынска.

Все типы выпускаемых нами тяговых преобразователей имеют возможность работать без датчиков частоты вращения двигателей, что снимает ряд проблем для заказчиков. При этом обеспечиваются все современные требования к приводу: безоткатное трогание на подъем, надежное исключение юза и буксования, измерение скорости движения.

При проектировании оборудования большое внимание уделено снижению трудоемкости обслуживания и удобству ремонта в эксплуатации. Большинство блоков не требует текущего обслуживания. К минимуму сведено применение электромеханических коммутационных аппаратов. Все их переключения осуществляются в бестоковом режиме. Широко применяется бесконтактная электронная коммутация с защитой от КЗ и перегрузок как по цепям 24В, так и 550В. Диагностическая система вагонов позволяет с точностью до сменного блока локализовать отказ. Любой съемный элемент электрооборудования может быть заменен прямо на вагоне в условиях депо.

Выпускаемое оборудование имеет микропроцессорное управление, в зависимости от назначения имеет информационные дискретные входы/выходы, интерфейсы RS-232, RS-485, CAN. На вагоне оборудование объединено локальными сетями нескольких уровней. Управление наиболее критическими функциями продублировано аппаратными средствами.

Особое внимание уделено безопасности эксплуатации оборудования и вагона в целом. Все цепи 550 и 24В имеют защиту от перегрузок и

коротких замыканий. Высоковольтный шкаф в кабине водителя вагонов 71-405 имеет блокировку открывания под напряжением. На последнем поколении вагонов высоковольтное оборудование в кабине отсутствует. Применен особый алгоритм управления двигателями, позволяющий обеспечить переход в торможение из любого режима движения, с любой скоростью, при любом состоянии контактной сети (норма, обрыв, КЗ) менее чем за 100мс. При отсутствии напряжения в КС такой алгоритм и схема оборудования обеспечивают питание статических преобразователей 550/24В за счет рекуперации энергии тяговым приводом, что повышает эффективность рельсовых тормозов при экстренных торможениях и надежность работы оборудования при слабой или разряженной аккумуляторной батарее.

В 2012 году проведены испытания нового вагона производства ОАО «Уралтрансмаш» — модели 71-405-11 с электрооборудованием, разработанным и изготовленным ЗАО «АСК». Источник энергии вагона — контактная сеть, но электрооборудование непосредственно подключено не к сети, а к батарее конденсаторов, а она через согласующее устройство — к сети. Такое решение позволяет:

- снизить пиковые токи потребления из контактной сети до 5 раз, что более чем на порядок уменьшает потери в контактном проводе, позволяет при массовом использовании таких вагонов сократить количество подстанций, сделать более длинными линии между подстанциями;
- использовать энергию рекуперации полностью, независимо от наличия других потребителей в сети;
- в целом повысить экономичность трамвайного движения (даже без учета снижения потерь в КС, эксплуатационное энергопотребление непосредственно вагона снижа-

ется на 30% - до 1кВт-час/км)

Кроме того, батарея конденсаторов обеспечивает автономный ход на расстояние до 500-800 м без ограничения скорости и тяговых усилий. Это позволяет выехать вагону из-под обесточенных участков и проезжать участки разрыва контактного провода. При массовом использовании таких вагонов возможен и новый подход к построению КС — исключить сети на перекрестках, в исторических местах и т.д.

Этот же вагон испытан и с применением нового источника энергии — Li-ионной аккумуляторной батареи.

Кроме тех преимуществ, что дает применение батареи конденсаторов, такое решение позволяет строить трамвайные линии без контактной сети и подстанций, что особенно выгодно при новом строительстве. Необходимо только зарядные станции на одном или обоих концах маршрута. А при сочетании уже имеющейся трамвайной сети и нового строительства, возможно обойтись и без зарядных станций — если часть маршрута будет пролегать под имеющейся КС, аккумуляторы будут заряжаться при движении вагона на этих участках.

На испытаниях в условиях городского движения вагон 71-405-11 на аккумуляторах прошел 114 км полностью автономно! В щадящем режиме разряда (на 70%) и в зимних условиях с полностью включенным отоплением примененная батарея может обеспечить пробег не менее 35 км., причем с учетом номенклатуры доступных АКБ и имеющегося на вагоне для них места, эти цифры не являются предельными!



ЗАО «АСК»

Екатеринбург, ул. Студенческая, 1Д

Тел.: (343)360-05-01

E-mail: asc@asc-ural.ru

<http://www.asc-ural.ru/production/MPC-ASC/>

Все оборудование выпускается с рабочим диапазоном температур $-40...+45^{\circ}\text{C}$. Проверено эксплуатацией в различных климатических зонах — от Ташкента до Красноурынска.