

И. С. ЕФРЕМОВ

# ТРОЛЛЕЙБУСЫ

ЧАСТЬ I

МЕХАНИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

*У т в е р ж д е н о*  
*Главным управлением учебных заведений*  
*Министерства коммунального хозяйства РСФСР*  
*в качестве учебника*  
*для электромеханических техникумов*

ИЗДАТЕЛЬСТВО  
МИНИСТЕРСТВА КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РСФСР

Москва — 1951

По темпам развития троллейбусного транспорта, росту подвижного состава и совершенствованию конструкции его СССР стоит на первом месте в мире.

Как указывалось выше, первые два троллейбуса в СССР были изготовлены в 1933 г. к XVI годовщине Великой Октябрьской социалистической революции. К концу 1934 г. Москва располагала 50 машинами типа ЛК, а в 1936 г. троллейбусное движение было открыто в Ленинграде, Киеве, Ростове-на-Дону и Тбилиси. К 1 января 1941 г. в Советском Союзе насчитывалось около 900 троллейбусов, а к концу 1950 г. количество троллейбусов возросло, по сравнению с довоенным периодом, более чем в два раза.

### 3. Качественное развитие троллейбусов в СССР

Первые троллейбусы типа ЛК, изготовленные в 1933—1934 гг. (рис. 3), имели ряд существенных недостатков.

Их кузова были громоздки, не имели современной обтекаемой формы. Тяговая электроаппаратура была расположена в

отдельных ящиках под кузовом. С первых же дней эксплуатации выяснилось, что такое расположение неудачно. При атмосферных осадках и особенно в период снеготаяния электроаппаратура забрызгивалась водой и загрязнялась, вызывая ухудшение электрической изоляции и, как следствие, увеличение утечки тока.



Рис. 3. Наружный и внутренний вид троллейбуса типа ЛК.

В таком состоянии троллейбусы были небезопасны для пассажиров и имели частые простои на линии из-за неисправности высоковольтной аппаратуры.

Крайне слабым местом в троллейбусах типа ЛК была силовая передача — карданный вал, главная передача и полуоси. В отличие от современной червячной передачи, главная передача первых машин была шестеренного типа. Пара цилиндрических и пара конических шестерен осуществляли передачу крутящего момента от карданного вала к полуосям.

Несовершенство конструкции главной передачи и низкое качество ее изготовления имели своим следствием большой шум при движении и частые поломки отдельных деталей передачи — главным образом, зубьев ее шестерен. Весьма низкую работоспособность имели полуоси вследствие их недостаточной прочности.

Тормозная система троллейбусов типа ЛК также не обеспечивала нормальной их эксплуатации. Механический тормоз не обеспечивал необходимой эффективности торможения и часто выходил из строя вследствие поломки деталей сервоусилителя.

Недостаточные размеры пневматических шин вызывали их перегрузку и низкий срок службы.

Все эти и многие другие недостатки троллейбусов первого выпуска влекли за собой перебои в эксплуатации, простои на линии и вследствие этого создавали известные трудности при внедрении нового вида городского электротранспорта.

С первых же дней эксплуатации троллейбусов типа ЛК советские инженеры и техники внимательно и кропотливо изучали недостатки первых экспериментальных образцов подвижного состава и накапливали ценный опыт для конструирования новой серии троллейбусов — типа ЯТБ-1.

В августе 1936 г. Ярославский автомобильный завод начал серийный выпуск троллейбусов нового типа ЯТБ-1. Тяговое электрооборудование к ним изготовлял завод «Динамо». Первые машины нового типа эксплуатировались в Москве, а затем и в других городах СССР.

Троллейбус типа ЯТБ-1 (рис. 4 и 5) по сравнению с первым троллейбусом типа ЛК был более совершенной машиной.

Для этого троллейбуса впервые были изготовлены специальное троллейбусное шасси и полуобтекаемый кузов. В отличие от троллейбуса ЛК троллейбусы ЯТБ-1 были оборудованы надежной тормозной системой, приводимой в действие сжатым воздухом от специального мотор-компрессора, а также центральным тормозом, действующим на силовую передачу.

Для передачи крутящего момента от карданного вала к полуосям была применена червячная пара, обеспечивающая бесшумную работу. Увеличенный размер пневматических шин способствовал более надежной их эксплуатации. Оборудование и отделка салона троллейбуса ЯТБ-1 создали значительно большие удобства и комфортабельность для пассажиров по сравнению с машиной ЛК.

Основные агрегаты автомеханического оборудования (задний

В пневматическом оборудовании троллейбуса ЯТБ-1 серьезным недостатком являлось замерзание воздухопроводов, вызывавшее неисправную работу компрессора и тормозной системы.

Советские инженеры и техники внимательно изучали недостатки троллейбуса нового типа и вносили ценные предложения по улучшению конструкции его отдельных узлов и схем.

Уже в 1937 г. некоторые из отмеченных недостатков были устранены на вновь выпущенном Ярославским автозаводом троллейбусе типа ЯТБ-2.

По своему внешнему виду и габаритным размерам троллейбус ЯТБ-2 мало отличается от ЯТБ-1. В конструкцию же его внесен ряд изменений.

В салоне троллейбуса выделена изолированная кабина водителя, по всей ширине кузова, с отдельным входом с левой стороны. Устройство кабины значительно улучшило условия работы водителя и позволило разместить в ней высоковольтную электроаппаратуру, защитив ее от проникновения влаги. Электроаппаратура размещена таким образом, что ее можно осматривать как из самой кабины, так и со стороны пассажирского салона.

В силовой передаче троллейбуса упразднен центральный тормоз, а в связи с этим и промежуточный карданный вал. Замена центрального тормоза колесным в значительной степени разгрузила силовую передачу.

Усовершенствована рама троллейбуса. Для уменьшения веса машины и увеличения жесткости рамы большая часть поперечин рамы изготовлена из труб, а взамен составных продольных лонжеронов установлены цельные.

Внесенными в конструкцию ЯТБ-2 улучшениями были в определенной степени изжиты недостатки троллейбуса предыдущего типа, однако еще не полностью.

В троллейбусах ЯТБ-2 выявилась недостаточная жесткость крыши под основанием токоприемников, вследствие чего появились прогиб крышевых дуг кузова.

Крыши троллейбусов протекали в дождливую погоду и в период снеготаяния, создавая этим большие неудобства для пассажиров и вызывая порчу облицовки и внутреннего оборудования салона. Сравнительно быстрое расшатывание деревянного кузова в процессе эксплуатации вызывало поломку оконных стекол во время движения.

Предохранительные буфера кузова являлись лишь декоративным оформлением, так как они были установлены не на раме, а на деревянном каркасе кузова и ни в какой мере не предохраняли его от поломок или повреждений даже при наездах на незначительные препятствия.

Каркасы пассажирских сидений, несмотря на большой вес и громоздкость, быстро ломались вследствие их неудачной конструкции.

Отмеченные недостатки троллейбусов ЯТБ-1 и ЯТБ-2 причиняли неудобства пассажирам и обслуживающим бригадам, вносили существенные затруднения в техническое обслуживание подвижного состава и удорожали стоимость эксплуатации этого вида транспорта.

Следующей ступенью развития и технического усовершенствования троллейбуса явилось создание специалистами и рабочими Ярославского автозавода двухэтажного троллейбуса типа ЯТБ-3. Этот троллейбус был выпущен в эксплуатацию в день выборов в Верховный Совет РСФСР — 26 июня 1938 г. Освоение двухэтажного троллейбуса с металлическим кузовом сварной конструкции явилось большим достижением нашей отечественной промышленности.



Рис. 6. Наружный вид двухэтажного троллейбуса типа ЯТБ-3.

На рис. 6 и 7 показан двухэтажный троллейбус отечественного производства.

Пассажирские салоны первого и второго этажей были оборудованы мягкими диванами с плюшевой обивкой и отличались большим комфортом.

В отличие от предыдущих типов троллейбусов каркасы диванов — легкие и изящные — были изготовлены из трубчатых профилей эллиптического сечения и оказались достаточно прочными в эксплуатации.

Дверь для входа и выхода пассажиров была одна, четырехстворчатая, а против нее устроена винтовая лестница, ведущая на второй этаж. Затем, в порядке модернизации, была устроена вторая дверь. Открывание и закрывание дверей производилось водителем из кабины, с помощью сжатого воздуха.

На двухэтажном троллейбусе была устроена тройная система тормозов: пневматический и электрический тормоза с приводом от ножной педали и механический колесный тормоз с ручным рычажным приводом.

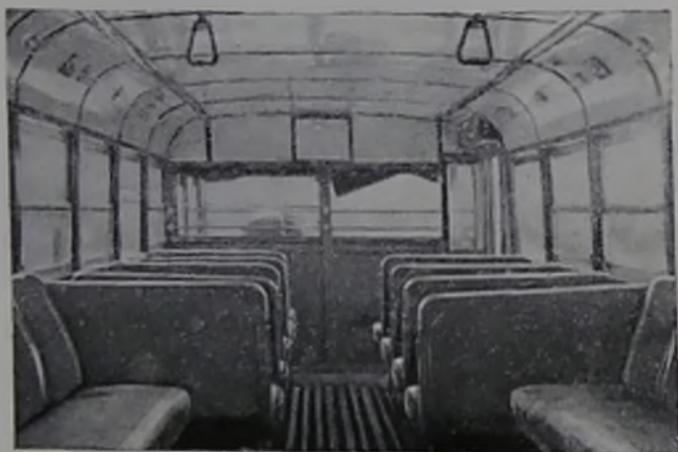


Рис 7. Внутренний вид первого и второго этажей троллейбуса типа ЯТБ-3.

Создание троллейбуса с двумя ведущими осями позволило разгрузить главную передачу и полуоси и обеспечить их высокую работоспособность и износостойчивость.

К числу недостатков двухэтажного троллейбуса ЯТБ-3 можно отнести следующие:

1. Одна дверь для входа и выхода пассажиров (в первоначальном исполнении) увеличивала время стоянки на остановках при посадке и высадке.

2. Ручной тормоз не обладал пужной эффективностью и не обеспечивал надежного удержания стоящей машины на уклоне более 5—7°.

3. Наружная дверь кабины водителя, высоко расположенная над уровнем дороги, затрудняла вход и выход, в особенности для водителей-женщин.

4. Не вполне удачное размещение некоторых аппаратов (автоматического выключателя, крана управления дверями, автомата компрессора) вызывало затруднения в их обслуживании.

Продолжая работать над усовершенствованием одноэтажного троллейбуса, Ярославский автозавод выпустил в 1939 г. машину типа ЯТБ-4. Тяговое электрооборудование для нее, изготовленное заводом «Динамо», было однотипно с электрооборудованием двухэтажного троллейбуса, хорошо зарекомендовавшим себя в эксплуатации.

Так же, как и на двухэтажной машине, на троллейбусе ЯТБ-4 был установлен более мощный двигатель в 74 кВт (против 60 кВт на машинах ЯТБ-1 и ЯТБ-2), обеспечивший более высокие динамические показатели.

Подверглось изменению и управление тормозами. Управление реостатным электрическим торможением было перенесено с правой педали на левую (педаль пневматического тормоза): в начале своего движения левая педаль приводит в действие реостатное электрическое торможение, а затем и пневматический тормоз (с продолжением действия их одновременно).

В троллейбусе ЯТБ-4 была проведена модернизация червячного редуктора, которая значительно повысила его работоспособность.

Во-первых, был увеличен объем картера редуктора, а его наружная поверхность снабжена ребрами. Это изменение позволило увеличить объем масляной ванны и улучшить условия охлаждения червячной пары.

Во-вторых, была усилена конструкция передней и задней опор червяка редуктора. В передней опоре был поставлен роликовый подшипник, а два конических упорных роликовых подшипника задней опоры были заменены шариковыми радиально-упорными подшипниками.

Фетровый сальник червяка редуктора был усовершенствован путем добавления специальной пружины. По мере износа сальниковых колец они поджимались пружиной сальника.

В этом троллейбусе был установлен новый тип мотор-компрессора, выполненный в одном блоке. Мотор мощностью 0,54 кВт и компрессор нового типа производительностью 87 л в минуту (при 1200 об/мин.), в отличие от предыдущего типа, имели между собой фланцевое соединение и один общий вал. Однако эта замена была неудачной, так как недостаточная мощность нового агрегата снизила его работоспособность и впоследствии мощность пришлось повысить.

Опыт, накопленный заводами-изготовителями и эксплуатационными троллейбусными предприятиями, позволил в 1940 г. выпустить модернизированный тип одноэтажного троллейбуса, в котором было воплощено наибольшее количество конструктивных усовершенствований. Это был троллейбус типа ЯТБ-4А (рис. 8). В нем была значительно улучшена конструкция кузова, с постановкой облегченных каркасов пассажирских диванов; удобно размещено электрическое оборудование; в карданной передаче введены фланцевые соединения, позволяющие демонтировать кардан без разборки; неудачный мотор-компрессор типа ЯТБ-1 заменен более мощным и выполнено множество других улучшений.

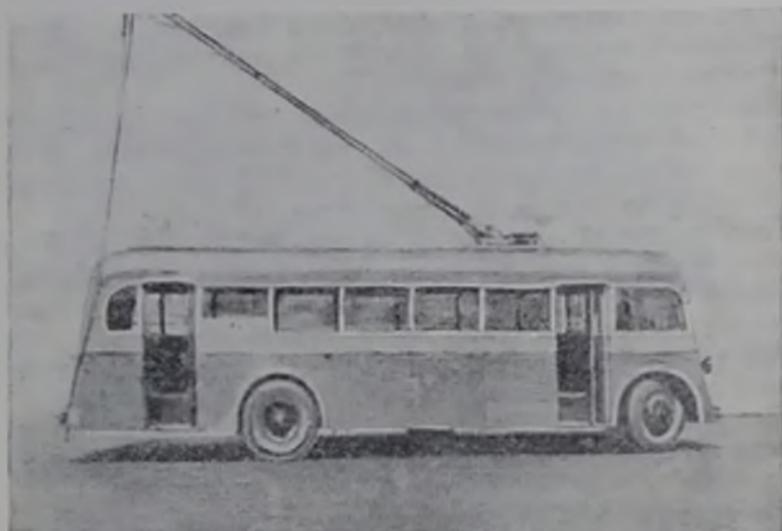


Рис. 8 Наружный вид троллейбуса типа ЯТБ-4А.

В дальнейшем, уже в послевоенный период, троллейбусы первых образцов — ЯТБ-1, ЯТБ-2 и ЯТБ-4 — были модернизированы по типу троллейбуса ЯТБ-4А.

Созданный в Москве в 1944—1945 гг. троллейбусный ремонтный завод приступил к планомерной модернизации троллейбусов старых серий и в первую очередь ЯТБ-1 — наиболее многочисленной серии из выпущенных Ярославским автозаводом в довоенный период.

Первый этап модернизации этих троллейбусов (1945—1947 гг.) заключался в улучшении кузова, электрического оборудования, тормозной системы по типу троллейбуса ЯТБ-4А, с сохранением деревянной конструкции кузова.

Второй этап модернизации (1948—1951 гг.) включал уже коренную переделку кузова, т. е. замену деревянного кузова цельнометаллическим кузовом большей вместимости. По существу, на базе агрегатов старого троллейбуса типа ЯТБ строился новый цельнометаллический троллейбус, подобный троллейбусу

типа МТБ-82, который выпускался нашей промышленностью в период 1946—1950 гг.

Новые цельнометаллические троллейбусы типа МТБ-82 послевоенного выпуска Тушинского троллейбусного завода — это вполне современные машины большой вместимости, комфортабельно оборудованные и отвечающие основным требованиям, предъявляемым к городскому транспорту.

По сравнению с троллейбусами довоенных образцов (ЯТБ-1, 2, 3, 4 и 4А) машины типа МТБ-82 обладают следующими преимуществами:

1. Троллейбусы МТБ-82 имеют большую вместимость и удобства для пассажиров, размеры пассажирского салона обеспечивают достаточно широкий проход между диванами, свободу входа и выхода пассажиров.

Машины старого типа имеют меньшую вместимость и стесненный пассажирский салон с узким проходом между диванами.

2. Цельнометаллический кузов МТБ-82 представляет собой более легкую и прочную конструкцию, которая при длительном сроке службе не требует частого ремонтного вмешательства.

Кузов троллейбуса старого типа имеет тяжелую деревянную конструкцию, требующую применения только твердых пород дерева — дуба и бука, и при этом отличается малым сроком службы и частой потребностью в ремонте.

3. Помещение для пассажиров цельнометаллического троллейбуса, в отличие от машины старого типа, имеет хорошую отделку, лучшую естественную и искусственную освещенность и, что особенно важно для летнего периода эксплуатации, более эффективную естественную вентиляцию.

Троллейбусы типа МТБ-82 выпуска 1946—1950 гг. являются определенным достижением отечественной промышленности; они позволили значительно улучшить обслуживание населения наших городов общественным транспортом.

Таким образом, развитие и улучшение конструкции отечественного троллейбуса имели место непрерывно — из года в год.

Однако с каждым годом к подвижному составу городского транспорта предъявляются все более высокие требования, и в троллейбус необходимо вводить дальнейшие усовершенствования.

Для больших городов с широко развитой сетью троллейбусного транспорта вместимость двухосного (или трехосного) троллейбуса может быть повышена путем увеличения его длины до 11 м и более. При этом количество мест для сидения может быть доведено до 45 мест и более.

С другой стороны, несмотря на увеличение размеров троллейбуса, должно быть достигнуто дальнейшее снижение его веса с таким расчетом, чтобы общий вес машины без пассажиров не превышал 8000—8200 кг.

Уменьшение веса может быть достигнуто за счет снижения

веса кузова путем усовершенствования его конструкции и применения легированной стали.

Вместо кузова с рамой должен быть освоен безрамный (несущий) кузов со сварным каркасом. В целях увеличения срока службы кузова все элементы каркаса и обшивки должны быть защищены стойким антикоррозийным покрытием. Для предохранения от промерзания в зимнее время потолок и стены кузова должны быть оборудованы термозоляцией. Для внутренней обшивки и отделки кузова следует широко применять пластмассу или пластифицированный картон. Пассажирские диваны должны быть легкими и гигиеничными, с применением губчатой резины. Для наружной окраски кузова должны быть использованы более стойкие красители с лаковым покрытием.

В отличие от предыдущих типов, троллейбусы должны быть оборудованы современной системой приточно-вытяжной вентиляции и калориферным отоплением, с использованием тепла, выделяющегося в пусковых сопротивлениях и тяговых электродвигателях.

Должно быть значительно усовершенствовано и электрооборудование троллейбуса. Система управления должна обеспечивать плавный автоматический пуск и разгон тягового электродвигателя при высоких ускорениях — порядка  $1,2 \div 1,5 \text{ м/сек}^2$ . Питание цепи управления целесообразно перевести на низкое напряжение в 24 или 36 в. Тяговый электродвигатель должен иметь повышенную мощность и принудительную вентиляцию. Кузов следует полностью изолировать от сети высокого напряжения. Для этого взамен существующего электроосвещения, питаемого от контактной сети, может быть применено низковольтное освещение, питаемое напряжением в 24 или 36 в. Путем улучшения арматуры должны быть полностью устранены неравномерность и резкость освещения. Следует также разработать вопрос о применении люминесцентного освещения кузова.

Особое внимание должно быть обращено на улучшение конструкции силовой передачи троллейбуса.

Главная передача, карданный вал и полуоси существующих троллейбусов не обеспечивают необходимого срока службы и не выдерживают установленных норм межремонтного пробега. В связи с этим необходимо запроектировать и выполнить более работоспособную силовую передачу, рассчитанную на пробег в 300 — 500 тыс. км.

Конструкция переднего и заднего мостов троллейбуса, а также рулевого управления должна быть пересмотрена в свете современных достижений автомобильного транспорта. В целях дальнейшего повышения вместимости представляет интерес разработка троллейбуса на трехосном шасси, что одновременно облегчает условия работы силовой передачи.

Необходимо увеличить производительность компрессора и улучшить его эксплуатационные качества.

В целях обеспечения полной безопасности движения при высоких скоростях следует повысить эффективность действия тормозов в эксплуатационных условиях.

Ручной стояночный тормоз должен обеспечивать надежное удержание стоящего троллейбуса на уклоне не менее  $12^\circ$ .

Троллейбус должен быть снабжен надежными амортизаторами гидравлического типа, обеспечивающими удобства для пассажиров и увеличение срока службы рессор.

В целях улучшения учета расходуемой электроэнергии и ее экономии весьма желательна разработка специальных счетчиков электроэнергии постоянного тока на 600 в.

Конструкция современного троллейбуса должна полностью отвечать требованиям, предъявляемым в части ограничения величины тока утечки и емкостного тока, что имеет особо важное значение для троллейбусного транспорта.