

МЕХАТРОННАЯ СИСТЕМА ОТКРЫТИЯ/ЗАКРЫТИЯ ДВЕРЕЙ В ЭЛЕКТРИЧЕСКОМ АВТОБУСЕ МАЗ

Студент группы 10309121 Могляс В. С.

Научный руководитель – старший преподаватель Глембоцкий А. В.

Белорусский национальный технический университет

Минск, Беларусь

Цель исследования

В современных условиях развития электрического общественного транспорта возрастает необходимость создания высоконадежных, безопасных и энергоэффективных систем управления дверями. Минский автомобильный завод (МАЗ), активно расширяющий линейку электрических автобусов и выходящий на международные рынки, ставит перед собой задачу обновления существующих решений в области дверных систем.

Ранее применяемые системы открытия/закрытия дверей отличались относительно простой конструкцией и ограниченными возможностями адаптации к различным условиям эксплуатации. Они обеспечивали базовый уровень надежности, но не в полной мере соответствовали современным требованиям по энергоэффективности, модульности, удобству технического обслуживания и безопасности.

Разрабатываемая система принципиально отличается от предыдущих версий за счет применения модульной архитектуры, позволяющей оперативно адаптировать компоненты под конкретные климатические и эксплуатационные условия, повышения энергоэффективности привода дверей, внедрения дополнительных систем диагностики состояния узлов и совершенствования механизмов аварийного открывания.

Целью настоящего исследования является разработка концепции и технического решения новой системы открытия/закрытия дверей для электрического автобуса марки МАЗ, отвечающей современным требованиям безопасности, энергоэффективности, надежности и адаптивности. Внедрение

новых решений направлено на повышение универсальности транспортных средств, снижение эксплуатационных расходов

Основная часть

Разрабатываемая система открытия/закрытия дверей должна обеспечивать следующие функциональные возможности:

- Автоматизация процесса управления дверями — двери должны открываться и закрываться плавно, с возможностью ручного управления в случае неисправностей.
- Безопасность пассажиров — система должна иметь механизмы обнаружения препятствий и аварийного открывания дверей.
- Энергоэффективность — использование экономичных электроприводов и оптимизация энергопотребления.
- Надежность конструкции — высокая износостойкость механических частей и защита электрических компонентов от влаги и пыли.

Основные компоненты системы:

- Привод — устройство, которое будет преобразовывать электрическую энергию в энергию, необходимую для открытия дверей
- Блок управления — электронный модуль, обрабатывающий команды водителя и сигналы от датчиков.
- Датчики — устройства, определяющие положение дверей, наличие препятствий в зоне закрытия, аварийные ситуации.
- Механизм передачи движения — передача момента от электродвигателя к створкам дверей с помощью реечных или рычажных механизмов.

Принцип работы системы

Управление системой открытия и закрытия дверей осуществляется с использованием микроконтроллера STM32, который обеспечивает высокую скорость обработки данных и надёжную работу с CAN-шиной.

Алгоритм работы системы следующий:

- Контроллер STM32 принимает команды на открытие или закрытие дверей по CAN-шине от основной системы управления автобуса.
- После получения команды контроллер инициирует включение электропривода, который приводит в движение створки дверей через механическую передачу (реечный или рычажный механизм).
- Положение дверей и факт их полного открытия или закрытия контролируются с помощью концевых выключателей.
- Концевые выключатели также выполняют функции безопасности при обнаружении препятствия (защемления) или срабатывании аварийных устройств (аварийной крышки или аварийного крана) контроллер немедленно останавливает движение привода.
- Информация о состоянии дверей (открыта/закрыта/обнаружено препятствие/сработала авария) передаётся обратно по CAN-шине на главный контроллер автобуса для отображения на приборной панели водителя.

Таким образом, система обеспечивает:

- Получение управляющих команд и отправку обратной связи исключительно через CAN-шину.
- Минимализацию количества сложных датчиков за счёт использования простых и надёжных концевых выключателей.
- Оперативное реагирование на аварийные ситуации благодаря непрерывному мониторингу состояния дверей.

Конечные положения открытия и закрытия дверей представлен на рисунке 1. На изображении показаны два крайних положения дверей: открытое и закрытое, что иллюстрирует работу механизма и корректную фиксацию створок.

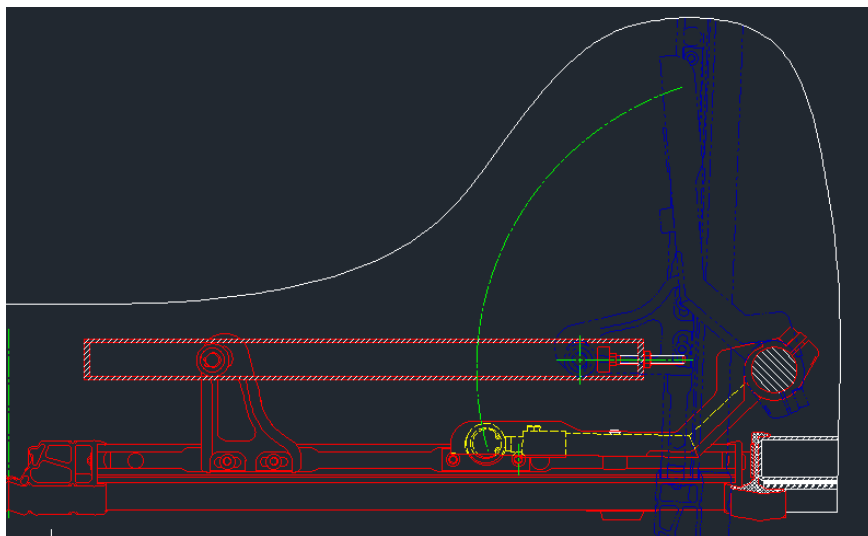


Рисунок 1. - Особенности конструкции:

- **Энергоэффективность** — электродвигатель и электронный блок управления оптимизированы для снижения потребления энергии в режимах ожидания и активной работы.
- **Простота интеграции в различные модели автобусов** — конструкция допускает установку на разные типы кузовов с минимальными изменениями в конструкции транспортного средства.
- **Температурная стойкость** — все элементы системы рассчитаны на работу в расширенном температурном диапазоне от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$, что важно для эксплуатации в различных климатических условиях.

Элементы проектирования:

- **Обеспечение безопасности эксплуатации**
Предусмотрены механизмы аварийного открытия дверей вручную при отключении электропитания или неисправности привода, а также защита от зажатия пассажиров при закрытии дверей.
- **Выбор средств защиты системы от внешних воздействий**
Обеспечение защиты ключевых компонентов системы от пыли, влаги и механических повреждений с использованием корпусов.
- **Обеспечение безопасности эксплуатации:**
Предусмотрены механизмы аварийного открытия дверей вручную при отключении

электропитания или неисправности привода, а также защита от зажатия пассажиров при закрытии дверей.

Заключение

Разработка и внедрение системы открытия/закрытия дверей для электрического автобуса МАЗ позволят повысить безопасность и удобство эксплуатации транспорта. Энергоэффективная и надёжная система будет способствовать снижению эксплуатационных затрат, улучшению условий для пассажиров и водителей, а также повышению общей конкурентоспособности продукции предприятия. Проектирование механических узлов и подбор оптимальных электронных компонентов обеспечит длительный срок службы системы и её высокую отказоустойчивость.

Литература

1. DataSheet STM32 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.st.com/en/microcontrollers-microprocessors/stm32-32-bit-arm-cortex-mcus.html> (дата обращения: 28.04.2025).
2. Спецификация CAN-шины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.kvaser.com/about-can/the-can-protocol/> (дата обращения: 28.04.2025).
3. ГОСТ 28751-90. Двери транспортных средств. Общие технические требования и методы испытаний.