

ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ

УДК: 62-787.3

DOI 10.52928/2070-1624-2023-40-1-2-7

**МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СТЕКЛООЧИСТИТЕЛЯМИ АВТОБУСА
НА БАЗЕ КОНТРОЛЛЕРА ФИРМЫ «BELROBOT»***канд. техн. наук, доц. Ю. Г. ГРОЗБЕРГ**(Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой);***В. Д. САФРОН***(Испытательный центр РУП «Витебский центр стандартизации, метрологии и сертификации»)* **ORCID <https://orcid.org/0000-0002-0013-1110>**

Рассматриваются основные вопросы повышения безопасности автобусов отечественных производителей за счет автоматизации операции управления стеклоочистителями. Разработка основана на использовании контроллера фирмы «BELROBOT». В ходе исследования были рассмотрены основные функции, особенности конструкции и принцип работы механизма стеклоочистителя. Были установлены требования к стеклоочистителю, контроллеру и электродвигателям. Разработана функциональная схема устройства и определены режимы работы стеклоочистителя в зависимости от интенсивности атмосферных осадков и в случае использования стеклоомывателя: непрерывная работа на 1-й скорости; непрерывная работа на 2-й скорости; прерывистая работа на 1-й скорости; режим при использовании устройства стеклоомывателя. Разработан вариант алгоритма работы устройства. Предложен вариант схемы установки на автобусе панорамного стеклоочистителя с отдельным приводом.

Ключевые слова: *устройство стеклоочистителя, повышение безопасности транспортных средств, контроллер, режимы работы стеклоочистителя.*

Введение. В настоящее время в автомобильной промышленности в условиях рыночной конкуренции между производителями автомобильного транспорта, в частности, общественного, усиливается тренд на автоматизацию основных рабочих процессов транспортного средства с целью повышения комфортности и безопасности водителя и пассажиров, улучшения эксплуатационных свойств и обеспечения безопасности движения.

Автоматизации в первую очередь подвергаются такие узлы и агрегаты автомобиля, как двигатель, коробка передач, тормозная система, механизм стеклоочистителей, система освещения и т. п., что повышает комфортность управления транспортным средством, освобождая водителя от дополнительной концентрации внимания на управление этими агрегатами.

Решить проблему автоматизации управления узлами и агрегатами автомобиля на качественно новом уровне стало возможным лишь с использованием средств электронной и микропроцессорной техники в системах автоматизированного управления (САУ). Современные САУ способствуют совершенствованию отдельных эксплуатационных свойств автомобиля, увеличивают надежность его агрегатов, производят контроль и диагностику узлов транспортного средства в процессе его эксплуатации.

Несмотря на различный характер задач, решаемых САУ узлами и агрегатами автомобиля, можно выделить общую для них черту – все они содержат в своем составе три основных блока: измерительный (информационный), управляющий и исполнительный.

Одним из агрегатов транспортного средства, обеспечивающим безопасность движения в неблагоприятных погодных условиях, является модуль управления стеклоочистителями лобового стекла, который должен оперативно автоматически реагировать на интенсивность атмосферных осадков, скорость автомобиля, направление и скорость встречного воздушного потока и т. п.

За последние годы появилось большое количество разработок ученых и конструкторов в нашей стране и за рубежом, направленных на модернизацию, усовершенствование и создание принципиально новых конструкций стеклоочистителей. Особая роль отводится усовершенствованию электроприводного механизма стеклоочистителя. Разрабатываются различного рода защитные и коммутационные устройства для электродвигателей стеклоочистителей.

Целью данной работы является создание функциональной схемы устройства управления стеклоочистителем и алгоритма работы для контроллера фирмы «BELROBOT», предназначенного для управления системой очистки лобового стекла автобуса.

1. Функции, особенности конструкции и принцип работы механизма стеклоочистителя

1.1. Функции, выполняемые стеклоочистителем. Штатные очистители ветрового стекла являются неотъемлемой составляющей конструкции транспортного средства (ТС) и предназначены для удаления грязи, пыли, а также избыточных осадков с его поверхности. Это позволяет увеличить видимость дороги в любой момент, включая неблагоприятные погодные условия: сильный дождь или снег.

Для большей эффективности работу стеклоочистителей сочетают с использованием стеклоомывателя, распыляющего на поверхность стекла специальную омывающую жидкость под высоким давлением, которая смачивает очищаемую поверхность, облегчает отмывку от грязи и пятен от насекомых, исключает разводы на стекле. Эксплуатация автомобиля с неисправными стеклоочистителями и омывателем запрещена правилами дорожного движения (ПДД).

1.2. Особенности конструкции стеклоочистителя. Конструктивные особенности зависят от вида устройства и типа крепежных элементов. Стандартная схема стеклоочистителей состоит из следующих деталей:

- рычажного привода (трапеции);
- поводков;
- реле для управления режимами работы;
- электронного блока управления (при наличии);
- электродвигателя с редуктором;
- шарнирных креплений;
- щеток.

Дополнительно предусмотрены управляющие устройства. К примеру, для ручного управления используется подрулевой переключатель режимов работы стеклоочистителей, а для автоматического режима в транспортном средстве устанавливается специальный электронный блок управления и датчик для анализа загрязнения стекла (датчик дождя)¹.

В нашей конструкции применялась реверсивная система стеклоочистителей с двумя электродвигателями: каждый стеклоочиститель приводится в действие собственным электродвигателем с системой рычагов.

Синхронизация двигателей требуется в тех случаях, когда используются два или более двигателей. Обычно используется высокоскоростной двигатель постоянного тока, где проблематично варьировать скорость рычагов щеток. В предлагаемой системе используется пара синхронизированных стеклоочистителей, в которой каждый рычаг стеклоочистителя приводится в движение собственным независимым двигателем. Традиционные жесткие механические соединения, приводимые в действие одним двигателем постоянного тока, удалены из соображений веса и места. Для синхронизации и предотвращения столкновений используется замкнутая система управления.

1.3. Принцип работы механизма стеклоочистителя:

1. Электромагнитное реле принимает управляющую команду и устанавливает режим работы щеток. В зависимости от транспортного средства очистители могут работать в прерывистом режиме с небольшими интервалами в 3–5 секунд, постоянно двигаться с установленной скоростью, а также переходить в режим мойки с включенным стеклоомывателем.

2. Мотор стеклоочистителей получает питание от бортовой электросети. Точная схема подключения зависит от модели автомобиля.

3. Поводки стеклоочистителей, а вместе с ними и щетки для очистки стекла, приводятся в действие при помощи двух электродвигателей, преобразующих вращательное движение на щетки, которые, плотно прижимаясь к рабочей поверхности, удаляют грязь и влагу со стекла.

Применительно к системам рычагов различают чисто механические системы очистителей (роторные приводы) и электронно-управляемые системы на базе реверсивной технологии.

Реверсивная технология: электронно-управляемый привод поворачивается менее чем на один оборот. Система рычагов передает усилие привода на стеклоочистители. Преимущество таких систем над роторным приводом состоит в том, что для системы рычагов требуется примерно вдвое меньше места.

Внутри двигателя размещается электронная схема, которая определяет момент, когда рычаги щеток находятся в нижнем положении. Схема обеспечивает питание рычагов щеток, пока они не окажутся в положении парковки в нижней точке лобового стекла. Таким образом, если на середине пути выключить переключатель рычагов щеток, они дойдут до нижнего положения².

¹ Стеклоочистители: устройство и принцип работы [Электронный ресурс]. URL: http://www.motorpage.ru/faq/stekloochistiteli_ustrojstvo_i_princip_raboti.html (дата обращения 14.02.2023).

² Стеклоочистители [Электронный ресурс]. URL: http://systemsauto.ru/electric/windshield_wipers.html (дата обращения 14.02.2023).

2. Установленные в ходе исследования требования к стеклоочистителю, контроллеру и электродвигателям

2.1. Требования к стеклоочистителю. Стеклоочиститель должен соответствовать следующим техническим требованиям и характеристикам:

- бесколлекторные двигатели постоянного тока в мотор-редукторе;
- питание 24 В (напряжение бортовой сети автобуса от 24 до 30 В);
- частота вращения под нагрузкой должна быть не менее указанных в таблице значений.
- передаточное число редуктора $i = 43$;
- номинальный момент мотор-редуктора 5 Нм (мотора – не менее 0,3 Нм);
- пусковой момент мотор-редуктора 25 Нм (мотора – не менее 0,6 Нм).

Таблица. – Частота вращения под нагрузкой

| | | На 1-й скорости, об/мин | На 2-й скорости, об/мин |
|--------|----------------------|----------------------------|----------------------------|
| Правый | Вал электродвигателя | 1700 | 2600 |
| | Вал рычага щетки | 40 | 53 |
| Левый | Вал электродвигателя | 1300 | 2000 |
| | Вал рычага щетки | 30 | 45 |

2.2. Требования к контроллеру. Контроллер должен:

- обеспечить синхронизацию движения правого и левого мотор-редукторов;
- обеспечить вращение электродвигателей на 1-й скорости;
- обеспечить вращение электродвигателей на 2-й скорости;
- обеспечить выход в исходное положение (положение парковки, состояние покоя) стеклоочистителя из любого режима работы и любого начального положения;
- не допускать пересечения щеток левой и правой стороны;
- осуществлять обработку сигналов от абсолютных угловых датчиков положения;
- иметь напряжение питания от 24 до 30 В;
- быть устойчивым к перепадам температуры и нормально функционировать при температуре окружающей среды от $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+70\text{ }^{\circ}\text{C}$;
- интерфейс управления должен обеспечить управление дискретными сигналами или опционально по CAN (Controller Area Network) шине.

2.3. Требования к электродвигателям. Электродвигатели должны соответствовать следующим характеристикам:

- номинальный ток электродвигателя, 4 А;
- ограничение пускового тока электродвигателя за 5 с, 15 А;
- ограничение пускового тока электродвигателя за 3 с, 24 А³.

3. Функциональная схема и режимы работы стеклоочистителя

3.1. Функциональная схема, разработанная в ходе исследования и поясняющая принцип работы модернизированной системы управления стеклоочистителями, приведена на рисунке 1⁴.

3.2. Режимы работы стеклоочистителя. В зависимости от интенсивности атмосферных осадков водитель имеет возможность выбрать один из трех возможных режимов работы стеклоочистителя:

- непрерывная работа на 1-й скорости (30–35 циклов/мин);
- непрерывная работа на 2-й скорости (45–50 циклов/мин);
- прерывистая работа на 1-й скорости (одиночные циклы с переменным интервалом 2–5 с).

Также при включении стеклоомывателя предусмотрено автоматическое срабатывание стеклоочистителей, включающее в себя 3 цикла на 1-й скорости.

³ Официальный сайт ЗАО «БЕЛРОБОТ» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.belrobot.by/> (дата обращения 03.02.2023).

⁴ ГОСТ 2.701-2008 Единая система конструкторской документации. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению. – М.: Стандартинформ, 2009. – 14 с.

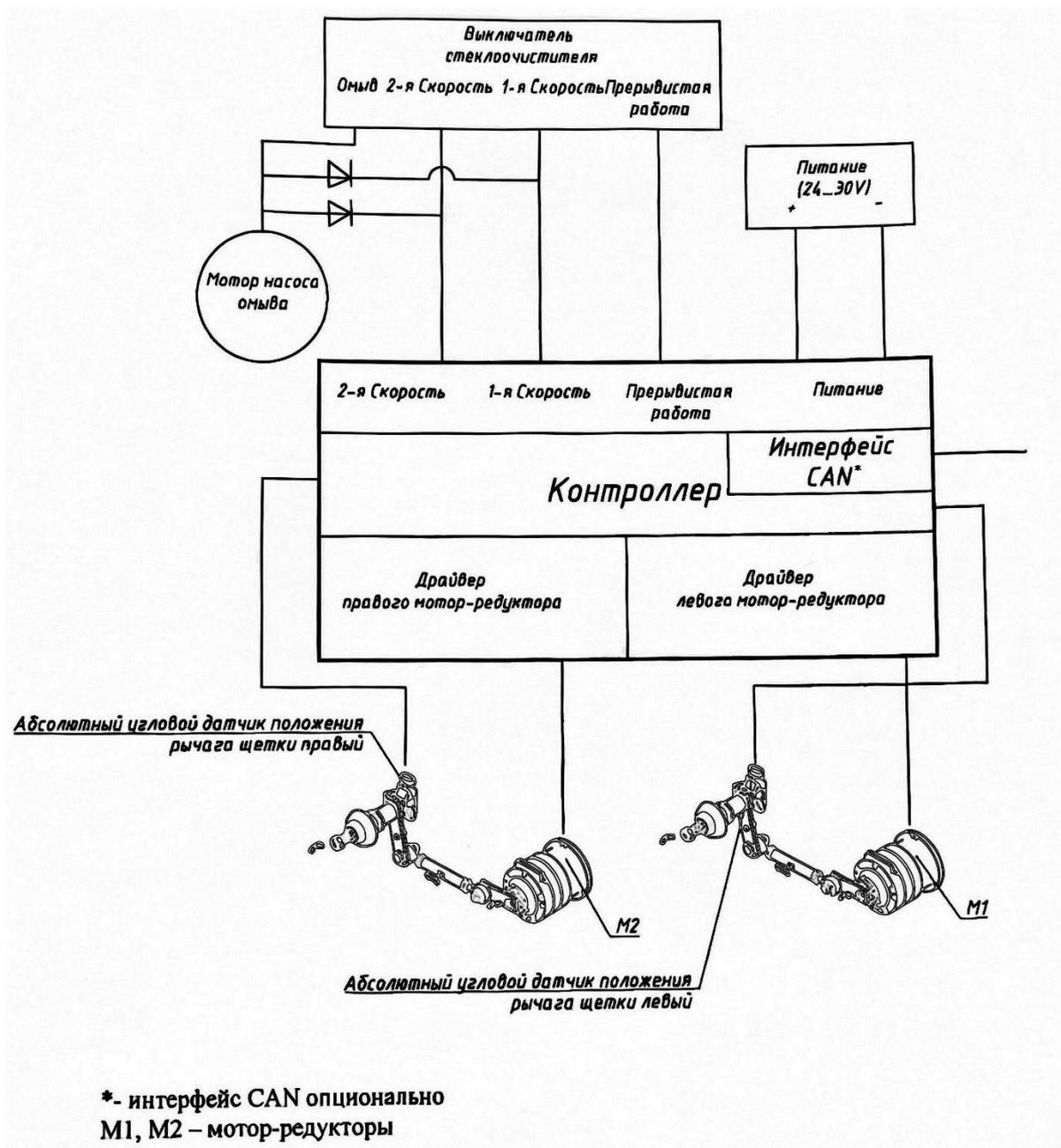


Рисунок 1. – Функциональная схема

4. Разработка алгоритма работы стеклоочистителя

Алгоритм функционирования стеклоочистителя был разработан в соответствии с технической документацией ЗАО «BELROBOT» и представлен в виде граф-схемы на рисунке 2⁵.

Аббревиатуры в алгоритме работы расшифровываются следующим образом:

- ВЫКЛ – режим, при котором стеклоочиститель находится в выключенном состоянии;
- ОМЫВ – режим при включении омывателя;
- ПР – прерывистая работа на 1-й скорости;
- НР1 – непрерывная работа на 1-й скорости;
- НР2 – непрерывная работа на 2-й скорости.

⁵ Разработка алгоритма работы устройства [Электронный ресурс]. – URL: https://studbooks.net/2333286/tehnika/razrabotka_algoritma_raboty_ustroystva (дата обращения 07.02.2023).

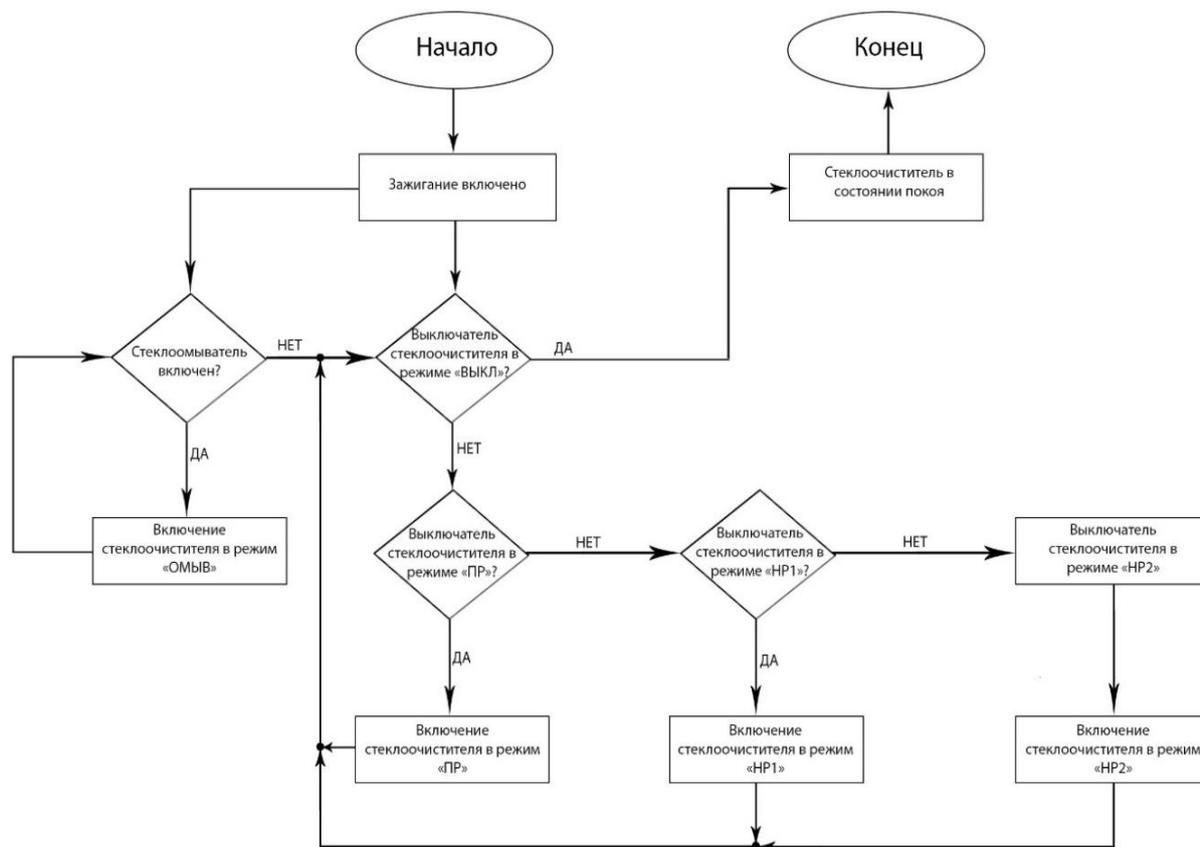


Рисунок 2. – Алгоритм работы стеклоочистителя

Словесное описание алгоритма работы:

1. При включении зажигания автобуса на контроллер подается питание (24–30 В) и последовательно производится опрашивание положения выключателя стеклоочистителя на одном из режимов.

2. Если выключатель находится в режиме «ВЫКЛ», то стеклоочиститель находится в состоянии покоя до тех пор, пока положение выключателя не изменится на режим «ОМЫВ», «ПР», «НР1» или «НР2».

3. Если выключатель находится в режиме «ОМЫВ», то контроллер переходит в режим включения омывателя, при котором задействуются мотор насоса стеклоомывателя и драйверы правого и левого мотор-редукторов совершают три цикла на первой скорости. При этом режимы «ПР», «НР1» и «НР2» отключены. После окончания всех трех циклов контроллер автоматически переходит в режим «ВЫКЛ» (состояние покоя).

4. Если выключатель находится в режиме «ПР», то контроллер переходит в режим прерывистой работы на первой скорости, состоящий из одиночных циклов с переменным интервалом 2–5 сек. При этом режимы «ОМЫВ», «НР1» и «НР2» отключены.

5. Если выключатель находится в режиме «НР1», то контроллер переходит в режим непрерывной работы на первой скорости, состоящий из 30–35 циклов/мин. При этом режимы «ОМЫВ», «ПР» и «НР2» отключены.

6. Если выключатель находится в режиме «НР2», то контроллер переходит в режим непрерывной работы на второй скорости, состоящий из 45–50 циклов/мин. При этом режимы «ОМЫВ», «ПР» и «НР1» отключены.

5. Схема установки на автобусе

Предлагаемый вариант схемы установки панорамного стеклоочистителя с отдельным приводом на автобусе (рычаги щеток изображены в положении парковки) изображен на рисунке 3⁶.

⁶ ГОСТ 2.701-2008 Единая система конструкторской документации. Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению. – М.: Стандартинформ, 2009. – 14 с.

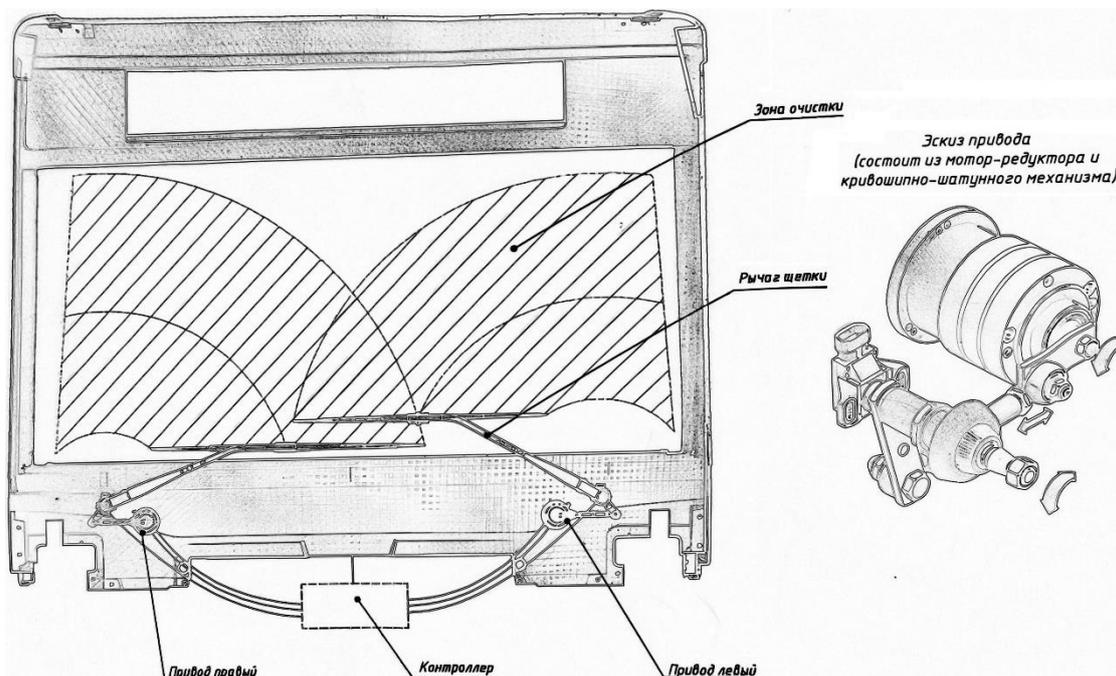


Рисунок 3. – Схема установки панорамного стеклоочистителя с раздельным приводом на автобусе

Заключение. В работе проанализированы материалы, предоставленные компаниями ЗАО «BEL-ROBOT» и ОАО «Измеритель». Выполнены задачи по разработке функциональной схемы управления и определению режимов работы стеклоочистителя в зависимости от интенсивности атмосферных осадков и при совместной работе со стеклоомывателем. Разработан вариант алгоритма работы стеклоочистителя, предложен вариант схемы установки на автобусе панорамного стеклоочистителя с раздельным приводом.

Поступила 16.02.2023

MODERNIZATION OF THE BUS WIPER CONTROL SYSTEM ON THE BASIS OF THE USE OF THE «BELROBOT» CONTROLLER

Y. GROZBERG

(Euphrosyne Polotskaya State University of Polotsk);

V. SAFRON

(RUE "Vitebsk Center for Standardization, Metrology and Certification" testing center)

This article outlines key areas of improving the safety of buses produced domestic manufacturers through automating the wiper control operation. The design of the solution is based on the use of the BELROBOT controller. During the study, the main functions, design features and the principle of operation of the wiper mechanism were considered. Requirements were set for the wiper, controller and electric motors. A functional diagram of the device has been developed and the operating modes of the wiper have been determined, depending on the intensity of precipitation and in the case of using a washer: continuous operation at the 1st speed; continuous operation at 2nd speed; intermittent operation at 1st speed; mode when using the windshield washer. A variant of the device operation algorithm has been developed. A variant of the scheme for installing a panoramic windshield wiper with a separate drive on a bus is proposed.

Keywords: windshield wiper device, vehicle safety improvement, controller, wiper operating modes.