

УДК 629.114

В. П. Лобах, канд. техн. наук, доцент, **Н. А. Коваленко**, канд. техн. наук, доцент,
В. В. Геращенко, канд. техн. наук, доцент, **О. В. Билык**, канд. техн. наук, доцент, ГУ ВПО
"Белорусско-Российский университет"
E-mail: mogilev-kovalenko@rambler.ru

УСТРОЙСТВО ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ БЛОКИРОВКОЙ МЕЖОСЕВОГО ДИФФЕРЕНЦИАЛА ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Разработано устройство для автоматического управления блокировкой межосевого дифференциала автомобиля.

Ключевые слова: грузовой автомобиль, межосевой дифференциал, блокировка, проходимость, устройство автоматического управления, датчик частоты вращения, дифференцирующая цепь, электромагнитный кран, сумматор, транзисторный усилитель.

Developed a device to automatically control locking center differential of the truck.

Keywords: truck, center differential, locking, throughput, automatic control device, a speed sensor, a differentiating circuit, electromagnetic valve, accumulator, transistor amplifier.

Трансмиссия современных грузовых автомобилей с колесной формулой 6×4, как правило, содержит сцепление, раздаточную коробку, межосевой дифференциал, муфту блокировки дифференциала, приводные валы среднего и заднего мостов, сами ведущие мосты и устройство ручного управления блокировкой межосевого дифференциала [1, 2].

Такие автомобили отличаются недостаточной проходимостью, повышенным износом шин, деталей трансмиссии вследствие циркуляции мощности в ней, а также повышенным расходом топлива. Объясняется это тем, что устройство для блокирования межосевого дифференциала управляется водителем, который интуитивно выбирает момент времени для включения и выключения межосевого дифференциала. Водитель может запаздывать в принятии этого решения и осуществлять блокирование при достижении большой разности частот вращения валов. Поэтому происходит повышенный износ шин, трансмиссия испытывает повышенные нагрузки, расход топлива повышается.

Для повышения проходимости, снижения износа шин и деталей трансмиссии, а также расхода топлива авторами было разработано устройство для автоматической блокировки межосевого дифференциала, применение которого на грузовых

автомобилях позволяет устранить или снизить недостатки, обусловленные применением ручной блокировки межосевого дифференциала.

Устройство автоматической блокировки состоит (рис. 1) из чашки 3 с венцом 4 установленных внутри четырех конических шестерен-сателлитов 5 и двух конических шестерен 6, 7, приводных валов 8, 9 среднего 2 и заднего 10 мостов соответственно, механизма блокировки, включающего в себя кран 11 ручного управления, подвижной муфты 12 с осевым перемещением, соединенной вилкой 13 и стержнем 14 с диафрагмой пневмокамеры 15 с пружиной, муфты 16 привода среднего моста, пневмобаллона 17, электромагнитных клапанов 18, 19, установленных на пневмомагистралях к пневмокамере 15, переключателя 20 выбора ручного или автоматического режима управления блокировкой дифференциала 1, крана 21 автоматической блокировки с обмоткой 22, первого датчика 23 частоты вращения, установленного на первом карданном валу привода среднего моста 2, второго датчика 24 частоты вращения, установленного на втором карданном валу привода заднего моста 10, сумматора 25 с двумя входами и выходом, выполненного на двух встречно включенных резисторах 26, 27, первым входом соединенного с выходом первого датчика 23 частоты вращения, вторым входом — с выходом второго датчика 24

КОНСТРУКЦИЯ

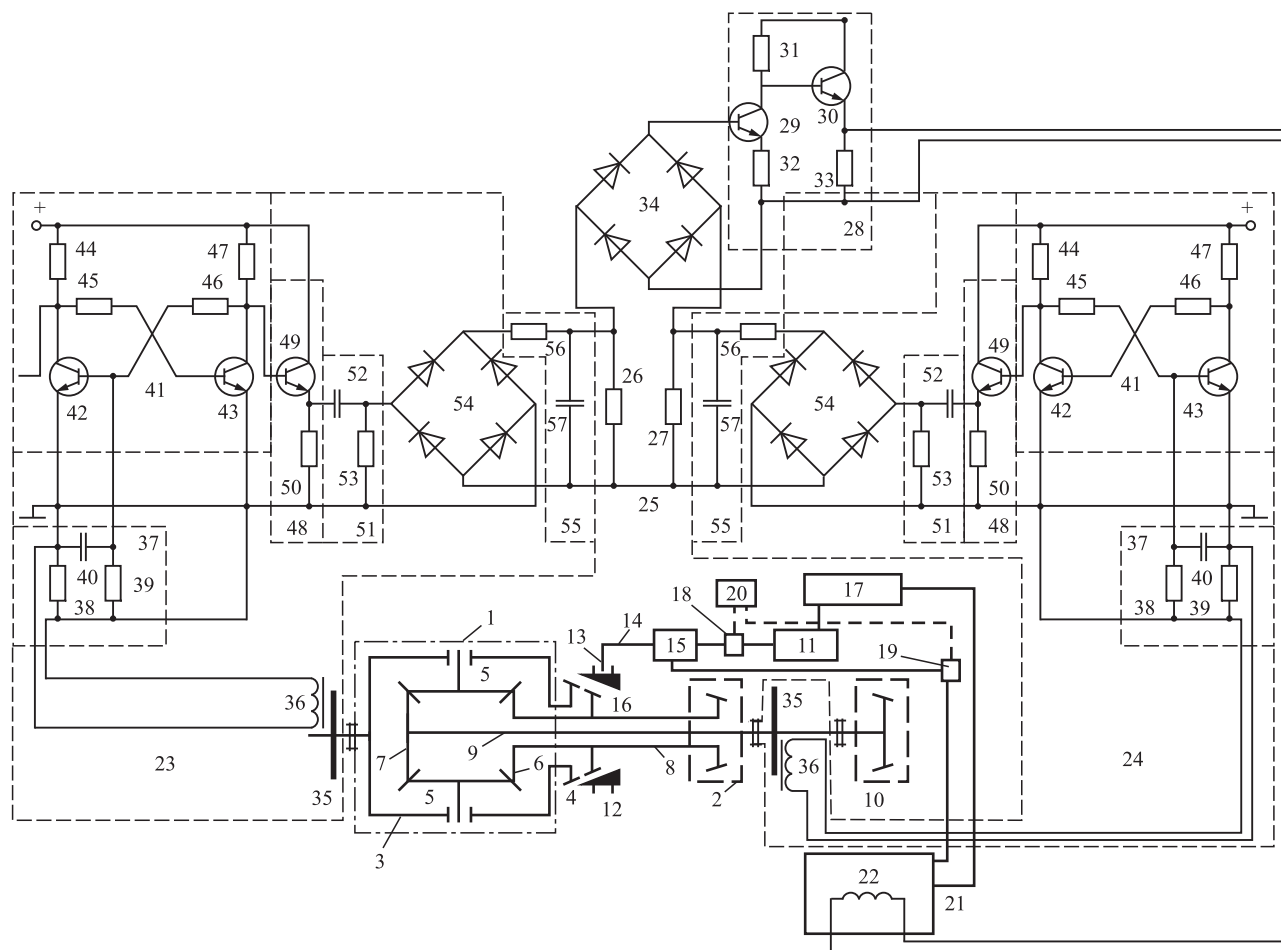


Рис. 1. Схема устройства для автоматической блокировки и разблокировки межосевого дифференциала

частоты вращения, транзисторного усилителя 28, выполненного на первом 29 и втором 30 последовательно соединенных транзисторах и трех резисторах 31, 32 и 33, входом соединенного посредством выпрямителя 34, выполненного на четырех диодах, с выходом сумматора 25. При этом обмотка 22 крана 21 автоматической блокировки дифференциала 1 соединена с выходом транзисторного усилителя 28.

Каждый из датчиков 23 и 24 содержит металлический диск 35 с выступами и прорезями, катушку 36 индуктивности с магнитным сердечником, установленную возле металлического диска 35, первую дифференцирующую цепь 37, входом соединенную с выходом катушки 36 индуктивности и выполненную на резисторах 38, 39 и конденсаторе 40, триггер 41 с одним входом, выполненный на транзисторах 42, 43 и резисторах 44, 45, 46, 47; при этом база транзистора 42 соединена с выходом первой дифференцирующей

цепи 37; последовательно соединенные согласующий усилитель 48, выполненный на транзисторе 49 и резисторе 50; вторая дифференцирующая цепь 51, выполненная на конденсаторе 52 и резисторе 53; выпрямитель 54, выполненный на четырех диодах; интегрирующая цепь 55, выполненная на резисторе 56 и конденсаторе 57; при этом вход согласующего усилителя 48 соединен с выходом триггера 41 с одним входом.

Кран 21 автоматической блокировки состоит из корпуса 1 (рис. 2) с перегородками 2 и 3, которые образуют камеры А, Б, В. Камера А высокого давления имеет два отверстия: верхнее — для подвода сжатого воздуха из пневмобаллона 17 (см. рис. 1), нижнее — в перегородке 2 (см. рис. 2), закрываемое клапаном 4 с пружиной 5, для сообщения с камерой Б, которая имеет перегородку 3 с отверстием для полого штока 6, являющегося одновременно атмосферным клапаном, и боковое отверстие для подвода сжатого воз-

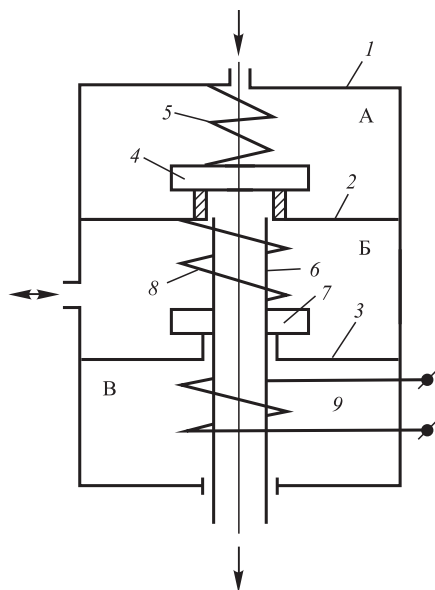


Рис. 2. Схема крана автоматической блокировки и разблокировки межосевого дифференциала с его обмоткой

духа в пневмокамеру 15 (см. рис. 1) механизма блокировки дифференциала. Шток 6 (см. рис. 2) имеет упор 7 для пружины 8 и ограничивает ход штока вниз. В камере В размещен электромагнит с обмоткой 9, а шток 6 является одновременно и сердечником этого электромагнита.

Наличие устройства автоматической блокировки и разблокировки межосевого дифференциала, состоящего из электромагнитных клапанов, установленных на пневмомагистралях, идущих к пневмокамере, переключателя выбора ручного или автоматического режима блокировки и разблокировки дифференциала позволяет обеспечить возможность выбора с помощью переключателя режимов ручного или автоматического блокирования и разблокирования дифференциала.

Наличие крана автоматической блокировки и разблокировки с обмоткой позволяет обеспечить автоматическое блокирование межосевого дифференциала по сигналу измерительной системы, оценивающей разность частот вращения карданных валов приводов среднего и заднего моста соответственно.

Наличие первого датчика частоты вращения, установленного на первом карданном валу привода среднего моста, второго датчика частоты вращения, установленного на втором карданном валу привода заднего моста, сумматора с двумя входами и выходом, выполненного на двух встреч-

но включенных резисторах, первым входом соединенного с выходом первого датчика частоты вращения, вторым входом — с выходом второго датчика частоты вращения, транзисторного усилителя, выполненного на первом и втором последовательно соединенных транзисторах и трех резисторах, входом соединенного посредством выпрямителя, выполненного на четырех диодах, с выходом сумматора, крана автоматической блокировки, обмотка которого соединена с выходом транзисторного усилителя, позволяет получить на выходе первого датчика частоты вращения напряжение, пропорциональное частоте вращения первого карданного вала привода среднего моста.

Наличие второго датчика частоты вращения, установленного на втором карданном валу привода заднего моста, позволяет получить на выходе второго датчика частоты вращения напряжение, пропорциональное частоте вращения второго карданного вала привода заднего моста. Сумматор с двумя входами, первый из которых соединен с выходом первого датчика частоты вращения, а второй — с выходом второго датчика частоты вращения, позволяет непрерывно получать на выходе сумматора разность напряжений, подаваемых на его входы. Эта разность напряжений подается через выпрямитель, выполненный на четырех диодах, на вход усилителя. Полученное усиленное напряжение на выходе усилителя далее подается на обмотку крана автоматической блокировки дифференциала.

Каждый из датчиков 23, 24 частоты вращения валов (см. рис. 1) [3] работает следующим образом. При вращении вала с металлическим диском 35 с выступами и прорезями на выходах катушки индуктивности 36 формируются разнополярные импульсы, которые дифференцируются первой дифференцирующей цепью 37. На рис. 3, а представлена осциллограмма остроконечных импульсов, пригодных для пуска триггера 41 (см. рис. 1).

В исходном состоянии триггера 41 считается, что транзистор 42 закрыт, тогда транзистор 43 триггера 41 — открыт. При вращении вала 8 и поступлении на базу транзистора 42 положительного импульса А в момент времени t_1 (см. рис. 3, а, б) транзистор 42 (см. рис. 1) открывается, а транзистор 43 закрывается (см. рис. 3, б, в). При последующем поступлении в момент времени t_2 отрицательного импульса В (см. рис. 3, а) на базу транзистора 42 (см. рис. 1)

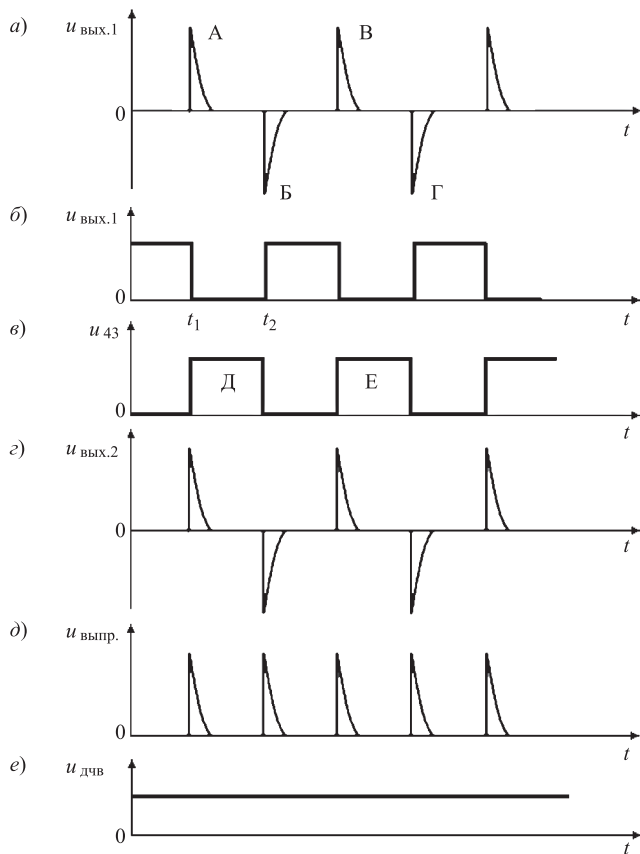


Рис. 3. Электрические сигналы в цепях устройства:

a — остроконечные импульсы на выходе первой дифференцирующей цепи; *б* — напряжение на коллекторе транзистора 42 (см. рис. 1); *в* — напряжение на коллекторе транзистора 43 (см. рис. 1); *г* — напряжение на выходе второй дифференцирующей цепи; *д* — напряжение после выпрямления; *е* — напряжение на выходе датчика частоты вращения

этот транзистор закрывается, а транзистор 43 открывается. В результате на выходе транзистора 43 триггера 41 формируется прямоугольный импульс *Д* (см. рис. 3, *в*).

При поступлении от первой дифференцирующей цепи 37 (см. рис. 1) остроконечных импульсов *В* и *Г* (см. рис. 3, *а*) на базу транзистора 42 (см. рис. 1) происходит формирование прямоугольного импульса *Е* на выходе триггера 41 (см. рис. 3, *в*). Далее формирование прямоугольных импульсов на выходе транзистора 43 (см. рис. 1) триггера 41 происходит аналогично описанному выше. Так как при изменении частоты вращения вала изменяется длительность полученных прямоугольных импульсов, а следовательно, и их площадь, то с помощью второй дифференцирующей цепи 51, соединенной с выходом триггера 41 согласующим усилителем 48, из прямоугольных

импульсов формируются одинаковые по площади разнополярные экспоненциальные импульсы (см. рис. 3, *г*), что обеспечивает возможность применения операции их интегрирования цепью 55 (см. рис. 1) после выполнения операции выпрямления (см. рис. 3, *д*). На выходе цепи 55 (см. рис. 1) формируется напряжение, уровень которого пропорционален частоте вращения валов (см. рис. 3, *е*).

При равных частотах вращения n_1 и n_2 (рис. 4), промежуток времени от 0 до t_1 приводных валов 7, 8 среднего 2 и заднего 10 мостов (см. рис. 1), и включенном автоматическом режиме блокировки, который задается переключателем 20, электромагнитный клапан 18 закрыт, а электромагнитный клапан 19 открыт. В верхнее отверстие камеры *A* (см. рис. 2) крана 21 автоматической блокировки поступает сжатый воздух из баллона 17. Камера *B* (см. рис. 2) сообщается с атмосферой через полый шток 6 и с пневмокамерой 15 (см. рис. 1), в результате чего вилка 13 перемещается в крайнее правое положение под действием пружины пневмокамеры 15. Венец 4 чашки 3 и муфта привода среднего моста разведены, а значит, дифференциал разблокирован.

Если появляется разность частот вращения приводных валов 8 и 9, то на выходе сумматора появляется управляющее напряжение, пропорциональное разности частот вращения валов 8 и 9, это напряжение усиливается транзисторным усилителем 28 и подается на обмотку 22 крана 21 автоматической блокировки. При достижении разностью частот вращения валов 8 и 9 заданной предельной величины (см. рис. 4, момент времени t_2) напряжение на выходе усилителя (рис. 5, момент времени t_2) становится равным напряжению срабатывания $u_{ср}$ (рис. 6) электромагнита крана 21 (см. рис. 1). Кран срабатывает, и шток 6 (см. рис. 2) перемещается вверх на величину $h_{шт}$ (см. рис. 6),

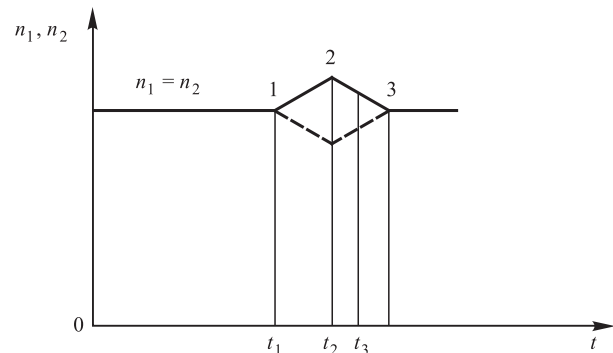


Рис. 4. Изменения частот вращения карданных валов среднего и заднего мостов

КОНСТРУКЦИЯ

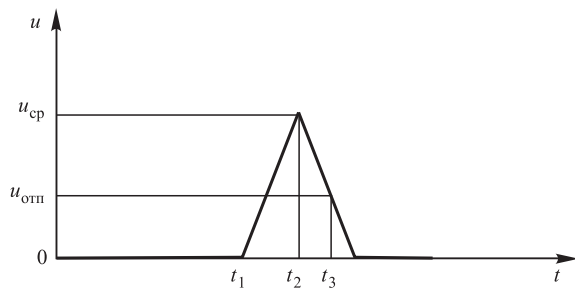


Рис. 5. Напряжение на выходе транзисторного усилителя устройства автоматического управления блокировкой межосевого дифференциала

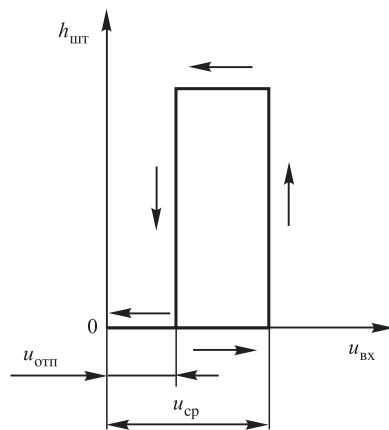


Рис. 6. Нелинейная статическая характеристика крана автоматической блокировки межосевого дифференциала

закрывая атмосферный клапан и открывая воздушный клапан. Сжатый воздух из камеры *A* (см. рис. 2) крана *21* (см. рис. 1) поступает в камеру *B* (см. рис. 2) и далее через ее боковое отверстие в пневмокамеру *15* (см. рис. 1). Вилка *13* под действием силы сжатого воздуха, действующего на диафрагму пневмокамеры *15*, перемещается влево с подвижной муфтой *12*, соединяя венеч 4 чашки 3 муфты привода, с муфтой *16* привода среднего моста 2, тем самым блокируя дифференциал независимо от водителя.

При снижении разности частот вращения n_1 и n_2 (см. рис. 4) приводных валов 8 и 9 (см. рис. 1) до определенной величины (момент времени t_3 , рис. 4) напряжение на выходе (рис. 5, момент времени t_3) сумматора снижается, а следовательно, снижается и

напряжение на выходе усилителя 28 (см. рис. 1). Когда напряжение на выходе усилителя становится равным напряжению $u_{отп}$ (см. рис. 5 и рис. 6) электромагнита крана *21* (см. рис. 1) в исходном состоянии, шток *б* (см. рис. 2) опускается вниз на величину перемещения $h_{шт}$, открывая атмосферный клапан и закрывая воздушный клапан 4 под действием пружины 9. В камеру *B* крана *21* (см. рис. 1) автоматической блокировки не поступает сжатый воздух из баллона *17*, а камера *B* (см. рис. 2) сообщается с атмосферой через полый шток *б* и с пневмокамерой *15* (см. рис. 1), в результате чего вилка *13* перемещается в крайнее правое положение с подвижной муфтой *12* под действием пружины пневмокамеры *15*. Венеч 4 чашки 3 и муфта *16* привода среднего моста разведены, а значит, дифференциал разблокирован.

На рис. 7 приведена компоновочная схема устройства, включающая средний 1 и задний 2 мосты грузового автомобиля с колесной формулой 6×4, с указанием мест установки первого 3 и второго 4 датчиков частоты вращения соответствующих карданных валов. На ней также представлена функциональная схема разработанного устройства автоматического управления блокировкой дифференциала, включающая в себя последовательно соединенные сумматор 5, выпрямитель 6, транзисторный усилитель 7, электромагнитный

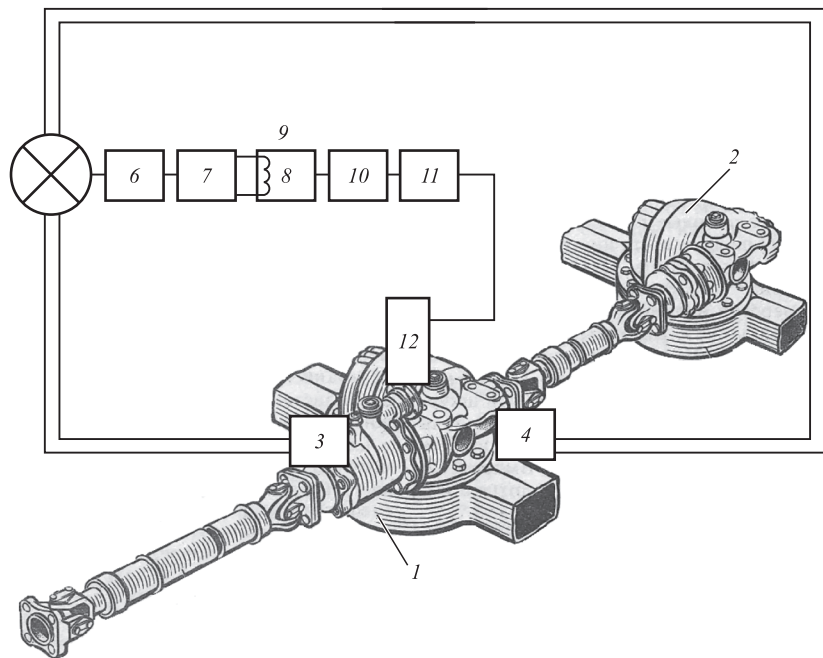


Рис. 7. Компоновочная схема устройства автоматической блокировки межосевого дифференциала грузового автомобиля

кран 8 с обмоткой 9, пневмокамеру 10, подвижную муфту 11, муфта привода 12.

Экономический эффект при установке предлагаемого устройства на автомобиль достигается путем снижения затрат на его эксплуатацию благодаря улучшению проходимости, уменьшению износа шин и деталей трансмиссии, а также снижению расхода топлива вследствие своевременному блокированию межосевого дифференциала, что снижает уровень циркуляции мощности в трансмиссии.

Выводы по работе

1. Отсутствие у современных грузовых автомобилей с колесной формулой 6×4 автоматической блокировки межосевого дифференциала приводит к ухудшению их эксплуатационных свойств, таких как проходимость и топливная экономичность.

2. Разработано устройство автоматического управления блокировкой межосевого дифферен-

циала, работающее на основе анализа разности частот вращения приводных валов среднего и заднего мостов грузового автомобиля.

3. Применение такого устройства позволяет повысить проходимость автомобиля, снизить затраты на его эксплуатацию благодаря улучшению топливной экономичности и снижению затрат на обслуживание и ремонт вследствие уменьшения износа шин и деталей трансмиссии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **Передерий В. П.** Устройство автомобиля. — М.: Форум: ИНФРА-М, 2005. — 288 с.
2. **Роговцев В. Л.** Устройство и эксплуатация транспортных средств. — М.: Транспорт, 2000. — 430 с.
3. **Герашенко, В. В., Коваленко Н. А., Щур А. В., Гуменюк В. И.** Усовершенствованная система автоматического управления скоростью движения автомобиля // Автомобильная промышленность. — 2017. — № 2. — С. 11—13.



Второй офис "ЛОНМАДИ"

В конце прошлого года компания "ЛОНМАДИ", официальный дилер строительной и землеройной техники JCB, открыла новый, уже второй офис в Санкт-Петербурге. Дилерский центр, общая площадь которого составляет 1500 м², расположен в промышленной зоне с развитой транспортной инфраструктурой, в шаговой доступности от станции метро "Парнас".

На территории нового центра находятся склад запасных частей и расходных материалов общей площадью 500 м², сервисная зона и офисные помещения. Здесь клиентам будет оказан полный спектр услуг, включающий в себя продажу новой и подержанной техники JCB, а также сервисную поддержку машин британского производителя.

Заказчикам будут предоставляться все машины из строительного модельного ряда спецтехники JCB: экскаваторы-погрузчики, гусеничные, колесные, фронтальные, промышленные вилочные и телескопические погрузчики, мини-экскаваторы, мини-погрузчики с бортовым поворотом, вилочные погрузчики высокой проходимости, тандемные, грунтовые вибрационные и траншейные катки.

На торжественной церемонии открытия присутствовало около 200 гостей, в том числе клиенты и партнеры компании. Кульминационной частью мероприятия стало легендарное "Шоу танцующих экскаваторов" под управлением операторов из Великобритании и инженеров-механиков компании "ЛОНМАДИ": машины выполняли различные трюки под классическую музыку. Представление позволило специалистам продемонстрировать все преимущества использования гидравлической системы, которой оснащены экскаваторы JCB.

В заключение торжества состоялся розыгрыш ценных призов от "ЛОНМАДИ" и JCB Russia. Его участники могли выиграть фирменные часы, кожаную сумку JCB или побороться за главный приз — поездку на завод

JCB в Великобритании. Гости могли также записаться на бесплатный тест-драйв колесного мини-погрузчика JCB 225 ECO, позволяющий оценить технические характеристики машины и опробовать ее в работе.

"Основная цель открытия второго офиса в Санкт-Петербурге — быть ближе к заказчику, — сказал руководитель АО "ЛОНМАДИ Парнас" Алексей Килевой. — Обслуживать крупнейший город с населением в 5 млн человек силами одного подразделения компании практически невозможно. Кроме того, север Санкт-Петербурга продолжает интенсивно строиться и развиваться. Территория покрытия нашего офиса также включает Республику Карелия и заканчивается у границы с Финляндией. Это перспективное направление, которое ранее было слабо охвачено".