

УДК 629.114

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

ДОГРУЖАТЕЛЬ АВТОПОЕЗДА

Разработано устройство для повышения проходимости автопоезда путем догрузки ведущих колес автомобиля-тягача.

Ключевые слова: автопоезд, автомобиль, прицеп, проходимость, устройство автоматического управления, датчик частоты вращения, дифференцирующая цепь, электромагнитный двухпозиционный золотник, сумматор, усилитель.

The device is developed for increase of passability of a road train by loading of driving wheels of the car tractor.

Keywords: road train, truck, trailer, flow, automatic control device, a speed sensor, a differentiating circuit, an electromagnetic on-off valve, adder, amplifier.

Существующие автопоезда [1], содержащие автомобиль и прицеп, обладают недостаточной проходимостью, что приводит к снижению их производительности, ухудшению топливной экономичности и увеличению затрат на эксплуатацию. Объясняется это тем, что при ухудшении дорожных условий может происходить буксование задних ведущих колес вследствие недостаточного сцепного веса.

Авторами предложено устройство автоматического догрузки задних ведущих колес с электропневматической системой управления с использованием такого информационного параметра, как разность частот вращения задних ведущих колес и передних управляемых колес автомобиля (далее догрузатель автопоезда), которое позволит снизить затраты на эксплуатацию автопоезда благодаря повышению его производительности, топливной экономичности и проходимости.

Автопоезд содержит автомобиль 1 (рис. 1) и прицеп 2, соединенные между собой дышлом 3 прицепа и тягово-сцепным устройством 4 автомобиля, раму 5 автомобиля, раму 6 прицепа, рессоры 7, соединяющие мосты 8, 9 автомобиля и мосты 10, 11 прицепа с их рамами 5, 6, передние управляемые колеса 12 и задние ведущие колеса 13 автомобиля, коробку передач 14, карданную передачу 15, главную передачу 16 привода задних ведущих колес автомобиля, кронштейн 17 на раме прицепа, стойку 18, одним концом установленную посредством первого пальца 19 на раме автомобиля, на втором конце которой установлен на оси 20 ролик 21 с помещенным на нем тросом 22, соединяющим кронштейн 17 рамы 6 прицепа с рамой автомобиля, пневмоцилиндр 23 с электромагнитным двухпозиционным золотником 24 с обмоткой 25 и штоком 26, соединенный пальцем 27 с рамой автомобиля, а шток 26 установлен с обеспечением возможности оказывать воздействие

на стойку 18 при своем перемещении, датчик 28 частоты вращения карданной передачи 15 [2, 3], датчик 29 частоты вращения передних управляемых колес 12 автомобиля 1. При этом каждый из датчиков 28 и 29 содержит металлический диск 30 с прорезями и выступами, установленные на валу карданной передачи 15 и на валу переднего колеса 12 соответственно, импульсный щелевой преобразователь 31, установленный вблизи дисков 30 с обеспечением возможности вхождения выступов диска 30 в щель преобразователя 31, соединенный с дифференцирующей цепью 32, выполненную на резисторах 33 и 34 и конденсаторе 35, соединенной с выпрямителем 36 на четырех импульсных диодах 37, 38, 39, 40, соединенными с интегрирующей цепью 41, выполненную на резисторе 42 и конденсаторе 43. При этом датчик 29 частоты вращения передних управляемых колес дополнительно содержит выходной резистор 44, подсоединенный параллельно конденсатору 43, делитель напряжения 45, выполненный на соединенных последовательно первом 46 и втором выходном 47 резисторах с коэффициентом деления, равным передаточному числу главной передачи 16 автомобиля, входом соединенный с выходом датчика 28 частоты вращения карданной передачи 16, сумматор 48, выполненный на встречно включенных выходном резисторе 47 делителя 45 напряжения и выходном резисторе 44 датчика 29 частоты вращения передних управляемых колес 12. Первый 49 и второй 50 выводы выходных резисторов 44, 47 соединены между собой. Усилитель 51 выполнен на первом 52 и втором 53 последовательно соединенных транзисторах и четырех резисторах 54, 55, 56, 57. База 58 первого транзистора 52 усилителя 51 соединена с третьим выводом 59 выходного резистора 44 датчика 29 частоты вращения передних управляемых колес, а эмиттер 60 первого

КОНСТРУКЦИЯ

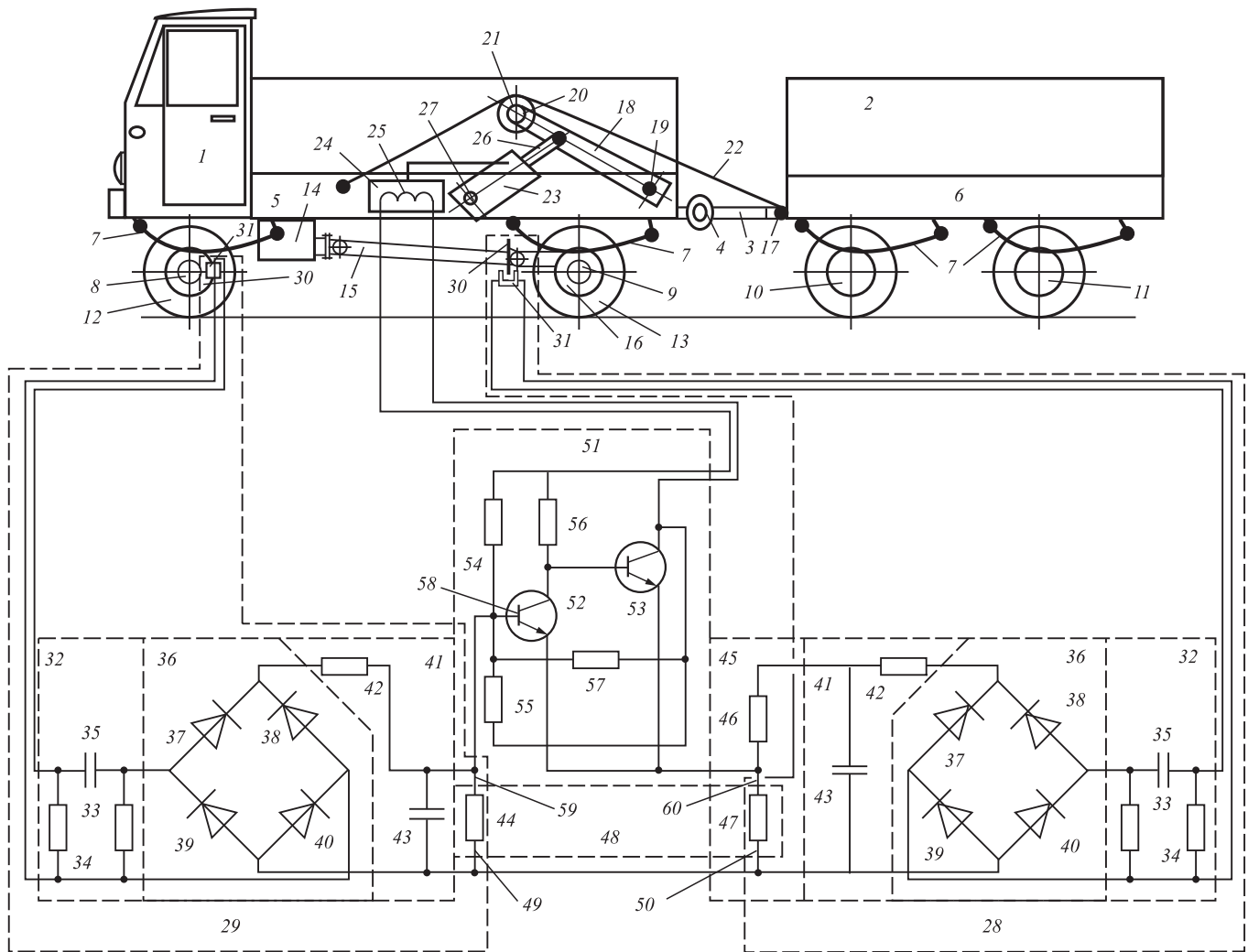


Рис. 1. Схема устройства для автоматического увеличения сцепного веса автомобиля

транзистора 52 усилителя 51 соединен с четвертым выводом 61 выходного резистора 47 делителя 45. Обмотка 25 электромагнитного двухпозиционного золотника 24 соединена с выходом усилителя 51.

Установка на раме автомобиля-тягача догрузителя позволяет при появлении буксования ведущих колес автомобиля и снижении частоты вращения передних управляемых колес по отношению к частоте вращения задних ведущих колес (появляется разность частот вращения колес, рис. 2), получить на выходе сумматора управляющее напряжение, пропорциональное разности частот вращения передних управляемых и задних ведущих колес. При этом на третьем выводе выходного резистора датчика частоты вращения передних управляемых колес появляется минус управляющего напряжения, а на четвертом выводе выходного резистора делителя появляется плюс.

При появлении отрицательного напряжения, приложенного к базе первого транзистора уси-

лителя, первый транзистор закрывается, а второй открывается. В коллекторной цепи второго транзистора появляется ток, протекающий по обмотке электромагнитного двухпозиционного золотника, который создает падение напряжения на его обмотке. При достижении разностью частот вращения передних управляющих и задних ведущих колес автомобиля заданной предельной величины (рис. 2, момент времени t_2) это напряжение (рис. 3, момент времени t_2) становится равным напряжению срабатывания $u_{ср}$ электромагнитного двухпозиционного золотника (рис. 4). Электромагнитный двухпозиционный золотник перемещается, сжатый воздух подается в пневмоцилиндр и выталкивает шток пневмоцилиндра. В результате появляется сила, воздействующая на стойку. Стойка поворачивается и через ролик тросом осуществляет подъем прицепа, догружая, таким образом, задние ведущие колеса автомобиля и тем

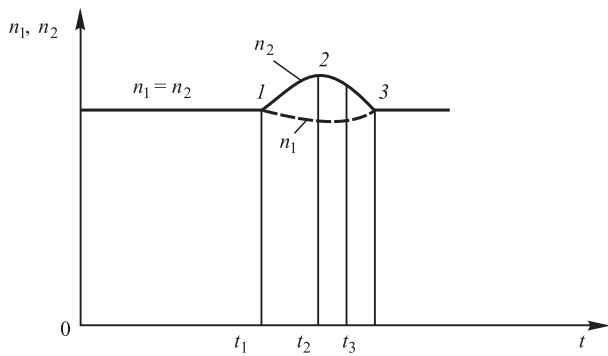


Рис. 2. Изменения частот вращения передних управляемых и задних ведущих колес автомобиля

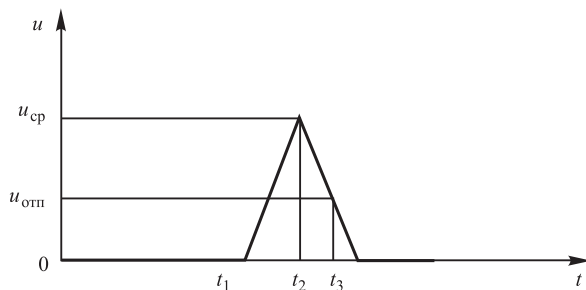


Рис. 3. Напряжение на выходе транзисторного усилителя устройства автоматического управления увеличением сцепного веса автомобиля

самым увеличивая сцепной вес. Так как при снижении буксования разность частот вращения передних управляемых и задних ведущих колес снижается и при достижении на выходе усилителя напряжения отпущения электромагнитного двухпозиционного золотника он возвращается в исходное положение (рис. 4), а следовательно, сжатый воздух выходит из пневмоцилиндра и его шток перемещается в исходное положение. Стойка поворачивается, трос освобождается и опускает прицеп, тем самым восстанавливая первоначальный сцепной вес автомобиля.

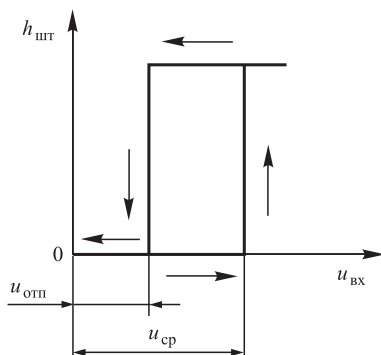


Рис. 4. Нелинейная статическая характеристика электромагнитного двухпозиционного золотника устройства автоматического управления увеличением сцепного веса автомобиля

Догружатель автопоезда работает следующим образом.

В процессе движения автопоезда, оснащенного догружателем, вращаются задние ведущие колеса 13 (см. рис. 1) и вал карданной передачи 15, а также передние управляемые колеса 12 автомобиля. Частоты вращения вала карданной передачи 15 и передних управляемых колес 12 измеряются датчиками 28 и 29 следующим образом. При вращении вала карданной передачи 15 и передних управляемых колес 12 выступы диска 30 проходят через щели преобразователя 31 и на резисторе 34 возникают прямоугольные импульсы напряжения (рис. 5, а), которые дифференцируются дифференцирующей цепью 32 (см. рис. 1). На резисторе 34 возникают разнополярные экспоненциальные импульсы напряжения (см. рис. 5, б) одинаковой формы и площади, при этом количество этих импульсов будет больше за одинаковый промежуток времени, и меньше, если частота вращения вала карданной передачи 15 (см. рис. 1) или переднего управляемого колеса 12 снижаются.

С помощью выпрямителя 36, выполненного на четырех импульсных диодах 37, 38, 39, 40, осуществляется выпрямление, на выходе выпрямителя 36. При этом появляется положительная последовательность экспоненциальных импульсов напряжения (см. рис. 5, в). С помощью интегрирующей цепи 41 (см. рис. 1), выполненной на резисторе 42 и конденсаторе 43, осуществляется интегрирование поступающих на вход интегрирующей цепи 41 положительных экспоненциальных импульсов напряжения, и на выходе выходного резистора 44 формируется напряжение (см. рис. 5, г), уровень которого в любой момент времени пропорционален частотам вращения передних управляемых колес 12 (см. рис. 1), а на входе делителя 45 напряжения формируется уровень напряжения (см. рис. 5, з), про-

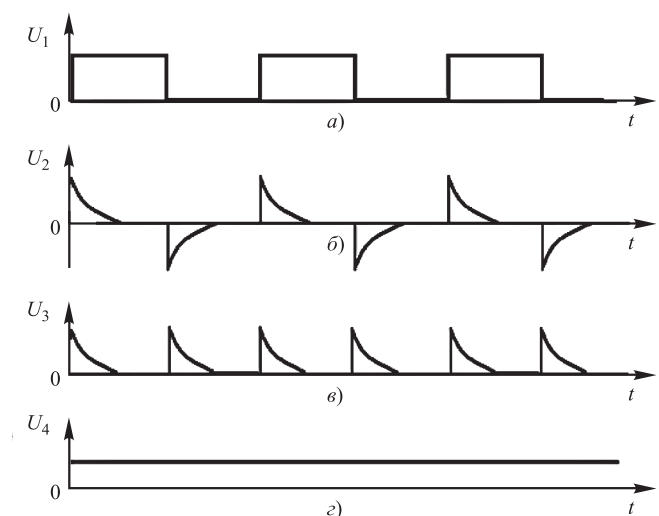


Рис. 5. Электрические сигналы в цепях устройства

порциональный частоте вращения вала карданной передачи 15 (см. рис. 1).

Напряжение с выхода датчика 28 частоты вращения вала карданной передачи 15 непрерывно делится делителем напряжения 45 на передаточное число главной передачи и результат деления в виде уровня напряжения формируется на выходном резисторе 47 делителя 45. Этот уровень напряжения пропорционален частоте вращения задних ведущих колес 13 автомобиля.

При равенстве частот вращения n_1 передних управляемых и n_2 задних ведущих колес автомобиля (буксование отсутствует) напряжение на выходе датчика 29 частоты вращения передних колес 12 равно напряжению на выходе делителя 45 напряжения. Эти напряжения подаются на соответствующие входы сумматора 48, на выходе которого устанавливается напряжение, равное нулю. При этом первый транзистор 52 усилителя 51 открыт, а второй транзистор 53 усилителя закрыт. По обмотке 25 электромагнитного двухпозиционного золотника 24 ток не протекает, поэтому напряжения на выходе усилителя 51 и на обмотке 25 золотника 24 равны нулю, шток 26 пневмоцилиндра 23 не перемещается, сила, воздействующая от штока на стойку 18, равна нулю.

При появлении буксования задних ведущих колес 13 автомобиля частота вращения передних управляемых колес 12 снижается, появляется разность частот вращения (см. рис. 2) передних управляемых колес 12 (см. рис. 1) и задних ведущих колес 13 автомобиля 1. На выходе сумматора 48 появляется управляющее напряжение, пропорциональное разности частот вращения передних управляемых колес 12 (см. рис. 1) и задних ведущих колес 13. На третьем выводе 59 выходного резистора 44 датчика 29 частоты вращения передних управляемых колес 12 появляется управляющее напряжение со знаком минус, а на четвертом выводе 60 выходного резистора 47 делителя напряжения 45 появляется управляющее напряжение со знаком плюс.

При появлении отрицательного напряжения, приложенного к базе первого транзистора 52 усилителя 51, первый транзистор 52 закрывается, а второй транзистор 53 усилителя — открывается. В коллекторной цепи второго транзистора 53 усилителя появляется ток, протекающий по обмотке 25 электромагнитного двухпозиционного золотника 24, которое создает падение напряжения на его обмотке. При достижении разностью частот вращения передних управляемых колес 12 и задних ведущих колес 13 автомобиля заданной предельной величины (см. рис. 2, момент времени t_2) это напряжение (см. рис. 3, момент времени t_2) становится равным напряжению срабатывания $u_{ср}$ электромагнитного двухпозиционного золотника 24 (см. рис. 1).

Электромагнитный двухпозиционный золотник 24 перемещается, воздух под давлением подается в пневмоцилиндр 23 и перемещает шток 26 пневмоцилиндра 23. В результате появляется сила, воздействующая на стойку 18. Стойка поворачивается и через ролик 21 тросом 22 осуществляет подъем прицепа 2, догружая задние ведущие колеса 13 автомобиля. Их буксование снижается.

При снижении буксования, а следовательно, и разности частот вращения n_1 и n_2 передних управляемых колес 12 и задних ведущих колес 13 автомобиля до величины, соответствующей моменту времени, равному t_3 (см. рис. 2), напряжение на выходе сумматора 48 (см. рис. 1) снижается, на базу первого транзистора 52 усилителя 51 подаваемое напряжение со знаком минус снижается. Первый транзистор 52 усилителя 51 открывается, а второй транзистор 53 усилителя 51 — закрывается. По обмотке 25 электромагнитного двухпозиционного золотника ток не протекает, и золотник возвращается в первоначальное состояние. Сжатый воздух выходит из пневмоцилиндра 23, и шток 26 под действием силы троса приходит в первоначальное состояние, догружающая сила становится равной нулю.

Экономический эффект при установке предлагаемого устройства на автопоезд достигается путем снижения затрат на его эксплуатацию за счет повышения его проходимости и производительности, уменьшения износа шин и деталей трансмиссии, снижения расхода топлива благодаря своевременному увеличению сцепного веса на ведущие колеса, снижающему их буксование.

Выводы по работе

1. Одним из путей повышения проходимости автомобилей является увеличение сцепного веса, для чего могут использоваться буксируемые прицепные устройства (прицепы и др.).

2. Создано устройство, автоматически повышающее сцепной вес автомобиля при разности частот вращения передних управляемых и задних ведущих колес автомобиля.

3. Применение такого устройства позволяет повысить проходимость и производительность автомобиля, снизить затраты на его эксплуатацию за счет уменьшения расхода топлива, увеличения скорости движения и уменьшения износа шин и деталей трансмиссии.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Пузанков А. Г. Автомобили. — М.: Академия, 2004. — 513 с.
2. Экологическое и топливосберегающее технологическое оборудование автомобильного транспорта / В. В. Герашенко, В. И. Гуменюк, А. В. Шур, К. Д. Миронов. — СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2016. — 146 с.
3. Герашенко В. В., Коваленко Н. А., Лобых В. П. Методы и средства диагностирования и повышения эксплуатационных свойств автомобилей и их агрегатов. — Могилев: Белорус.-Рос. ун-т, 2017. — 170 с.