

М.С.Овчаров, Е.З.Ошанов

*Карагандинский государственный университет им. Е.А.Букетова
(E-mail: oshanovez@mail.ru)*

Импульсная система тормозного привода автомобиля

При экстренном торможении автомобиля возможна блокировка одного или нескольких колёс. В этом случае весь запас по сцеплению колеса с дорогой используется в продольном направлении, и малейшее боковое усилие приводит автомобиль к заносу. В настоящее время для предотвращения блокировки колес автомобилей дополнительно с тормозными приводами используются сложные импульсные антиблокировочные системы тормозов. Предлагаемая импульсная тормозная система автомобиля имеет простую конструкцию и позволяет полностью отказаться от существующих тормозных приводов и антиблокировочных систем. Пульсация жидкости достигается за счет подрезания последовательно расположенных рабочих зубьев ведущей и ведомой шестерен, образующих при вращении канал сброса давления в нагнетательной полости насоса.

Ключевые слова: тормозная система, антиблокировочные системы тормозов, насос шестеренный импульсный.

В настоящее время тормозная система состоит из одного или нескольких тормозных механизмов и тормозного привода. Тормозные механизмы осуществляют процесс торможения автомобиля, а тормозной привод управляет тормозными механизмами.

Известны тормозные механизмы фрикционные, гидравлические, электрические и компрессорные. Гидравлические тормозные механизмы имеют большую массу и малоэффективны при небольших скоростях движения автомобиля. Электрические тормозные механизмы имеют большую массу, дорогостоящи в изготовлении и расходуют дополнительную энергию аккумуляторных батарей. Компрессорные тормозные системы малоэффективны при торможении автомобиля, движущегося на высоких передачах, кроме этого, для компрессорного тормоза необходимо специальное устройство, предотвращающее выбрасывание масла из воздушного фильтра двигателя из-за попадания сжатого воздуха в воздушный фильтр.

Наиболее широкое распространение на автомобилях получили фрикционные тормозные механизмы (дисковые и барабанные) [1]. Дисковые тормозные механизмы применяются для передних и задних колес легковых автомобилей большого класса и для передних колес легковых автомобилей малого и среднего классов. Барабанные тормозные механизмы используют на грузовых автомобилях, независимо от их грузоподъемности, и на автомобилях малого и среднего классов для задних колес.

Фрикционный тормозной механизм включает в себя вращающуюся часть (барабан, диск), тормозной элемент (колодки), прижимное (кулачковое, поршневое), регулировочное (эксцентрики) и охлаждающие (ребра, каналы) устройства.

Дисковые тормозные механизмы, по сравнению с барабанными, имеют меньшую массу, более компактны, более стабильны и лучше охлаждаются. Однако они менее эффективны, имеют более быстрое изнашивание фрикционных накладок и хуже защищены от загрязнения.

Известны различные типы тормозных приводов автомобиля — механические, гидравлические, пневматические, комбинированные, и практически все они используют антиблокировочные системы. Тормозные приводы служат для управления тормозными механизмами и приведения их в действие. Антиблокировочные системы служат для устранения блокировки колес автомобиля при торможении. В целом они обеспечивают безопасность движения автомобиля в различных дорожных условиях. Наибольшее распространение получили гидравлические и пневматические тормозные приводы с антиблокировочными системами.

Гидравлический тормозной привод с антиблокировочной системой применяется на легковых и грузовых автомобилях малой и средней грузоподъемности. Антиблокировочная система регулирует торможение колес автомобиля и включает в себя датчики угловых скоростей колес, модуляторы давления тормозной жидкости и электронные блоки управления. В гидроприводе антиблокировочных систем установлены независимые гидроаккумуляторы, давление в которых поддерживается в пределах 14–15 МПа. Тормозная жидкость в них нагнетается насосом высокого давления. Кроме того, в гидроприводе имеются сливной бачок, обратные клапаны и многосекционный клапан управ-

ления, обеспечивающий пропорциональность между усилием на тормозной педали и давлением в тормозной системе.

Пневматический тормозной привод с антиблокировочной системой применяется для автомобилей средней и большой грузоподъемности, включает в себя датчики угловых скоростей колес, модулятор давления сжатого воздуха и блок управления. В пневмоприводе устанавливается дополнительный ресивер в связи с дополнительным расходом сжатого воздуха при работе антиблокировочной системы. Модулятор, включенный в пневмопривод и получающий команду от блока управления, регулирует давление сжатого воздуха в тормозных камерах колес.

Основным недостатком гидравлического и пневматического приводов автомобилей и их антиблокировочных систем является то, что они практически дублируют друг друга, приводы тормозят автомобиль, а антиблокировочные системы растормаживают. Приводы тормозов сложны по конструкции, для работы необходимо иметь усилители, а в качестве носителя энергии используют жидкость либо воздух, кроме этого, при обрыве шлангов возможно возникновение внезапной аварийной ситуации. Антиблокировочные системы пока не получили массового применения на автомобилях вследствие их высокой стоимости и недостаточной долговечности по сравнению с другими элементами тормозной системы [2].

В гидравлическом приводе используется тормозная жидкость, которая передается под давлением к дисковым тормозным механизмам. В дисковом тормозном механизме тормозной диск связан с колесом автомобиля и вращается вместе с ним, а плавающая скоба с тормозным цилиндром с поршнем охватывают тормозной диск. При торможении перемещение поршня вызывает перемещение скобы в противоположные стороны, при этом обе тормозные колодки прижимаются одновременно к тормозному диску и затормаживают колесо автомобиля. Гидравлический тормозной привод состоит из тормозного бачка, главного тормозного цилиндра с поршнем и усилителем, трубопроводные магистрали соединены с тормозными механизмами. Этот привод компактен, имеет небольшую массу и малое время срабатывания, обеспечивает одновременное торможение всех колес, его КПД достигает 0,95. Однако гидравлический привод малоэффективен без усилителя, выходит из строя при обрыве шлангов или при появлении утечек жидкости из тормозной системы, его КПД снижается при низких температурах ($-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ и ниже). При попадании воздуха в гидропривод падает эффективность торможения.

Антиблокировочная система гидравлического тормозного привода дополнительно включает: гидроаккумуляторы, три или четыре модулятора (контрольные клапаны), блок распределителей к каждому колесу, от одного до четырех датчиков скорости, электронный блок управления и др. Она устраняет блокировку колес автомобиля при торможении, регулирует тормозной момент, обеспечивает одновременно торможение всех колес, повышает устойчивость автомобиля. Однако электронные блоки имеют сложную конструкцию, высокую стоимость и не всегда обеспечивают достаточную надежность в работе тормозов.

Предлагаемая тормозная импульсная система может быть использована в строительной, дорожной, автомобильной и сельскохозяйственной технике. В качестве пульсатора используется шестеренный насос, в котором часть последовательно расположенных рабочих зубьев ведущей и ведомой шестерен выполнена подрезанными с шириной меньше, чем остальные зубья, и при вращении эти зубья циклически входят в контакт, образуя канал, который сообщает нагнетательную и всасывающую камеры между собой [3]. В насосе с тремя взаимосвязанными шестернями подрезанные зубья ведущей шестерни при её вращении поочередно входят в контакт с подрезанными зубьями двух других шестерен и с ними циклически образуют два сливных канала, сообщающие нагнетательные и всасывающие камеры между собой. В двухступенчатом насосе подрезанные зубья ведущих и ведомых шестерен каждой секции смещены на 180 градусов и циклически образуют сливные каналы через насос.

Непрерывным условием работоспособности гидравлического импульсного насоса является равенство чисел зубьев ведущей и ведомой шестерен [4].

На рисунке 1 представлена конструкция шестеренного насоса, когда подрезанные зубья находятся вне зоны контакта их между собой, происходит нагнетание жидкости в напорную магистраль. На рисунке 2 представлена конструкция шестеренного насоса, когда подрезанные зубья находятся в контакте и образуют канал, который сообщает нагнетательную и всасывающую камеры между собой. На рисунке 3 представлена разновидность конструкции шестеренного насоса (с тремя шестернями), который имеет два напорных и два сливных отверстия и позволяет перемещать инструмент —

ударник — принудительно в обе стороны. На рисунке 4 представлена разновидность конструкции шестеренного насоса (двухступенчатый насос), одна ступень которого сообщается с одной полостью исполнительного органа, а вторая — с другой, что позволяет принудительно осуществлять перемещение поршня тормозного механизма.

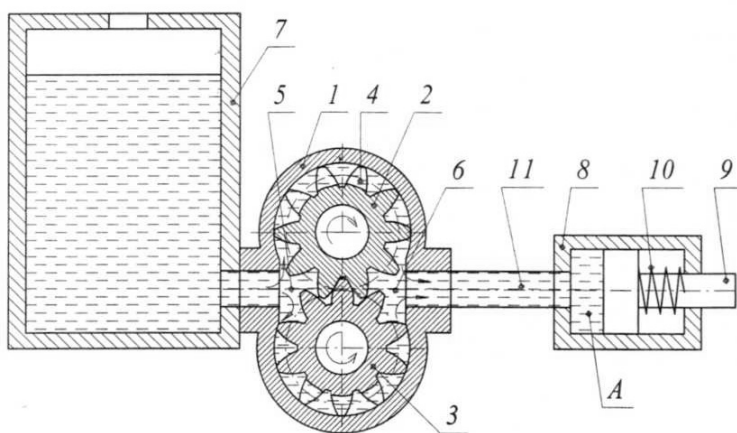


Рисунок 1. Насос шестеренный импульсный без контакта подрезанных зубьев

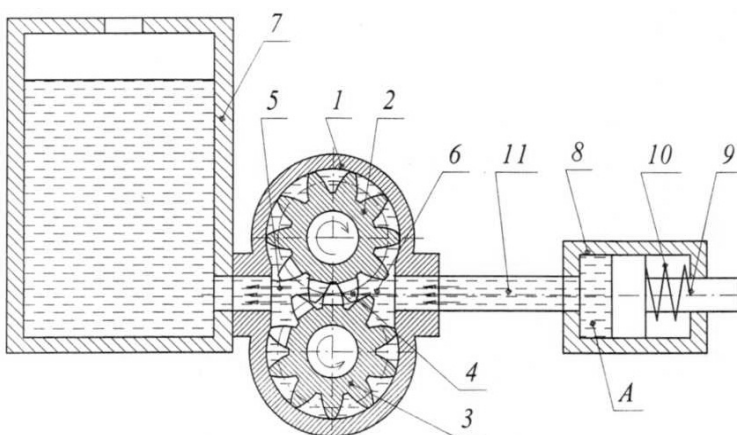


Рисунок 2. Насос шестеренный импульсный в состоянии контакта подрезанных зубьев

Предлагаемое устройство шестеренного насоса содержит: корпус 1, в который помещены ведущая 2 и ведомая 3 цилиндрические шестерни, у которых число зубьев одинаково, причем ведущая и ведомая шестерни имеют полные рабочие зубья и зубья 4, подрезанные на величину больше половины их ширины. Оставшаяся часть подрезанных зубьев предназначена для того, чтобы при вращении шестерен все зубья находились в постоянном зацеплении. Так как шестерни находятся в зацеплении, то вращение их осуществляется в разные стороны (см. стрелки). В зоне, где зубья шестерен при вращении расходятся, находится всасывающая камера 5, а в зоне, где шестерни сходятся, — нагнетательная камера 6. Для пояснения принципа работы импульсного насоса на фигурах 1, 2, 3, 4 показаны маслобак 7, тормозной механизм 8 с поршнем 9 и пружиной его возврата 10, полости А и Б тормозного механизма 8, а также гидравлические магистрали напорные 11 и всасывающие 12, сообщающие тормозной механизм 8 с насосом и насос с маслобаком 7. Для случая, когда объем жидкости, подаваемой насосом, будет больше объема, необходимого для совершения работы поршнем 9, давление в жидкости может достигнуть значительных величин и произойдет разрыв напорной магистрали. Для предотвращения аварийных ситуаций в напорной магистрали устанавливается гидравлический аккумулятор 13, в котором излишки жидкости сжимаются. В случае, когда напорная магистраль выполнена с размерами, в которых учитывается и объем жидкости гидравлического аккумулятора, на чертежах гидравлический аккумулятор может и не указываться.

Предлагаемый шестеренный импульсный насос и соответственно тормозная импульсная система работают следующим образом. При вращении шестерен по направлению, указанному стрелками (рис. 1, 2), полные рабочие зубья ведущей 2 и ведомой 3 шестерен захватывают жидкость во всасывающей камере 5 и перемещают её в межзубчатом пространстве по внутренним стенкам корпуса насоса 1 в сторону нагнетательной камеры 6, где при входе зубьев в зацепление они вытесняют жидкость в напорную магистраль 11. При этом, перемещаясь по магистрали, жидкость попадает в полость А тормозного механизма 8, перемещает поршень 9, который зажимает диск, и притормаживает колесо автомобиля. При входе в зацепление подрезанных зубьев 4 (рис. 2) напорная магистраль 11 и нагнетательная камера 6 сообщаются с всасывающей камерой 5 и маслобаком 7 каналом, образованным этими подрезанными зубьями. Давление в магистрали 11 падает, и жидкость из полости А под действием пружины 10 вытесняется поршнем 9 в маслобак 7. Далее цикл повторяется.

Частота колебания жидкости в напорной магистрали 11 и соответственно колебания поршня 9 будет определяться частотой вращения ведущей 2 и ведомой 3 шестерен насоса, а также инерционностью пружины 10. При значительном увеличении скорости вращения шестерен за счет инерционности пружины 10 поршень 9 может не успеть вернуться в исходное положение, что вызовет снижение усилия зажима диска.

Устранение этого недостатка обеспечивается при использовании разновидностей конструкции шестеренного насоса — двухступенчатый (рис. 3) и спаренный насос (рис. 4), когда ведущие и ведомые шестерни расположены спаренно на одних осях. Конструкция двухступенчатого шестеренного имеет два напорных и два сливных отверстия и позволяет каждое напорное отверстие сообщить соответственно с полостью А и Б тормозного механизма 8. Ведущая шестерня расположена в середине между двух ведомых шестерен. Ведущая и ведомые шестерни имеют часть подрезанных зубьев, которые расположены так, что подрезанные зубья ведущей шестерни через каждые 180 градусов контактируют с подрезанными зубьями ведомых шестерен, образуя поочередно с каждой из них сливные каналы через насос. В данном случае в пружине 10 нет надобности. Поршень 9 будет перемещаться в обе стороны принудительно. Насос импульсной тормозной системы работает следующим образом. При вращении ведущей шестерни вращаются и две ведомые шестерни. Полные рабочие зубья шестерен осуществляют нагнетание жидкости в камеру А, при этом камера Б посредством подрезанных зубьев сообщается каналом со всасывающей камерой 5 и маслобаком 7, затем происходит нагнетание жидкости в полость Б, а полость А сообщается подрезанными зубьями со всасывающей камерой 5 и маслобаком 7. Далее цикл повторяется. Такая схема работы насоса обеспечивает гарантированное принудительное перемещение поршня 9 с заданной частотой и заданной амплитудой.

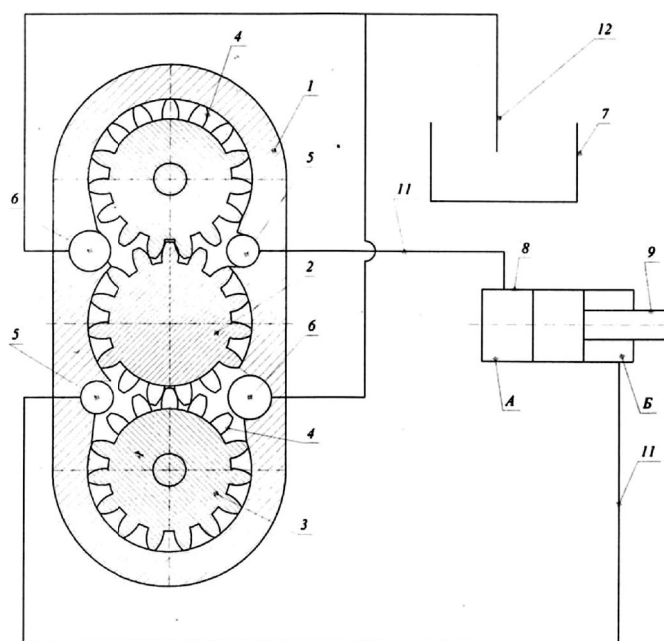


Рисунок 3. Двухступенчатый импульсный насос

Аналогичная работа осуществляется и в спаренном насосе (рис. 4), одна ступень которого соединяется напорной магистралью с полостью *A*, а другая — с полостью *B* тормозного механизма 8. Слив жидкости из полостей *A* и *B* осуществляется тогда, когда подрезанные зубья ведомой и ведущей шестерен, образуют в насосе каналы слива и сообщают нагнетательные камеры 6 каждой секции с соответствующими всасывающими камерами 5. В этом насосе подрезанные зубья в каждой секции должны быть смещены на 180 градусов. Такая схема насоса также обеспечивает гарантированное перемещение поршня 9 с заданной частотой и заданной амплитудой.

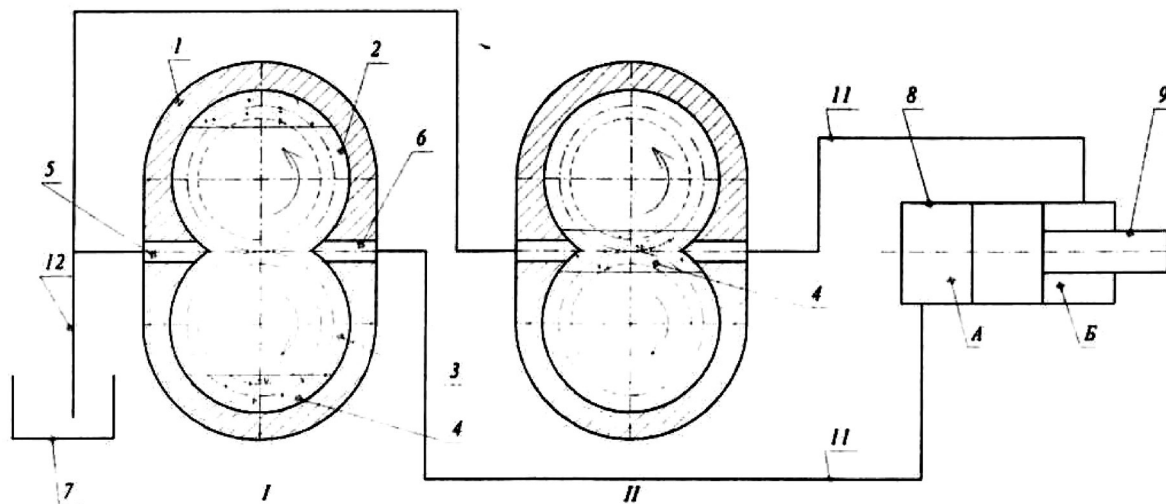


Рисунок 4. Спаренный насос шестеренный импульсный

Таким образом, использование предлагаемого шестеренного импульсного насоса позволит заменить существующие гидравлические тормоза и дорогостоящие АБС (антиблокировочные системы) автомобилей на более простую и универсальную импульсную тормозную систему, а это, в свою очередь, увеличит надежность и безопасность движения автомобилей на дорогах.

Список литературы

- 1 *Вахламов В.К.* Автомобили: Конструкция и элементы расчета: Учебник для студ. высш. учеб. заведений. — М.: Академия, 2006. — 480 с.
- 2 *Косенков А.* Устройство тормозных систем иномарок и отечественных автомобилей / Серия «Библиотека автомобилиста». — Ростов н/Д.: Феникс, 2008. — 224 с.
- 3 *Башта Т.М.* Машиностроительная гидравлика. — М.: Машиностроение, 1971. — 640 с.
- 4 *Кондаков Л.А., Никитин Г.А., Прокофьев В.Н. и др.* Машиностроительный гидропривод / Под ред. В.Н.Прокофьева. — М.: Машиностроение, 1978. — 186 с.

М.С.Овчаров, Е.З.Ошанов

Автомобильдің тежеу берілісінің импульстік жүйесі

Автокөліктің төтенше тежелуі барысында бір немесе бірнеше дөңгелектер құлыпталуы мүмкін. Бұл жағдайда барлық дөңгелектің жолмен ілінісу қоры бойлық бағытта жұмсалады, сол себептен бүйір бетке әсер еткен аз ғана күштің өзі автокөлікті тайғанауға алып келеді. Қазіргі таңда автокөлік дөңгелектерінің құлыпталуын болдырмау үшін, тежеуіш берілістерімен қоса күрделі импульстік антиқұлыптық тежеу жүйесі қолданылады. Ұсынылып отырған автокөліктің импульстік тежеу жүйесі қарапайым құрылымды және ертеден белгілі тежеуіш берілістері мен антиқұлыптық жүйелерден бас тартуға толықтай мүмкіндік береді. Сұйықтықтың пульсәріздес қозғалысы жетекші және жетектегі тістегеріштердің кесілген жұмыс тістері айналу барысында біріккенде, сораптың қысым бөлігінде сұйықтық қысымын төмендететін арна арқылы қол жеткізеді.

M.S.Ovcharov, E.Z.Oshanov

Pulse system of a brake drive gear of the car

During emergency braking the car can lock one or more wheels. In this case, the entire stock of traction is used in the longitudinal direction and the slightest lateral force causes the car to skid. Currently, in order to prevent wheel lock car, further to the brake actuator uses sophisticated antilock braking impulse. Offered pulse braking system of the car has a simple design and allows you to completely abandon the existing brake actuators and antiblock systems. Pulsating liquid is achieved by trimming consecutive working teeth driving and driven gears forming in rotation pressure relief duct in the injection pump cavity.

References

- 1 Vakhlamov V.K. Cars: Design and elements of calculation: Textbook for high education students, Moscow: Akademiya, 2006, 480 p.
- 2 Kosenkov A. *Arrangement of the brake systems of foreign and domestic cars*, «Library of the Motorist» Series, Rostov on Don: Phoenix, 2008, 224 p.
- 3 Bashta T.M. *Machine-building hydraulics*, Moscow: Mashinostroyeniye, 1971, 640 p.
- 4 Kondakov L.A., Nikitin G.A., Prokofiev V.N. et al. *Machine-building hydraulic actuator*, Ed. by V.N.Prokofiev, Moscow: Mashinostroyeniye, 1978, 186 p.