



УДК 629.113-592

О.Т. ШАТМАНОВ

КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СТРОИТЕЛЬСТВА,
ТРАНСПОРТА И АРХИТЕКТУРЫ ИМЕНИ Н. ИСАНОВА, Г. БИШКЕК,
КЫРГЫЗСКАЯ РЕСПУБЛИКА
E.MAIL: SHATMANOV@MAIL.RU.

O.T.SHATMANOV

KYRGYZ STATE UNIVERSITY OF CONSTRUCTION,
TRANSPORT AND ARCHITECTURE NAMED AFTER N. ISANOV, BISHKEK, KYRGYZ
REPUBLIC
E.MAIL: SHATMANOV@MAIL.RU.

И.Э. СУЮНТБЕКОВ

КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СТРОИТЕЛЬСТВА,
ТРАНСПОРТА И АРХИТЕКТУРЫ ИМЕНИ Н. ИСАНОВА, Г. БИШКЕК,
КЫРГЫЗСКАЯ РЕСПУБЛИКА
E.MAIL: MR.ISLAM_KANAI@MAIL.RU.

I.E.SUYUNTBEKOV

KYRGYZ STATE UNIVERSITY OF CONSTRUCTION,
TRANSPORT AND ARCHITECTURE NAMED AFTER N. ISANOV, BISHKEK, KYRGYZ
REPUBLIC
E.MAIL: MR.ISLAM_KANAI@MAIL.RU.

А.Б. НЫШАНБАЕВА

КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СТРОИТЕЛЬСТВА,
ТРАНСПОРТА И АРХИТЕКТУРЫ ИМЕНИ Н. ИСАНОВА, Г. БИШКЕК,
КЫРГЫЗСКАЯ РЕСПУБЛИКА
E.MAIL: ASTRA-0910@MAIL.RU.

A. B.NYSHANBAYEVA

KYRGYZ STATE UNIVERSITY OF CONSTRUCTION,
TRANSPORT AND ARCHITECTURE NAMED AFTER N. ISANOV, BISHKEK, KYRGYZ
REPUBLIC
E.MAIL: ASTRA-0910@MAIL.RU.

[E.mail. ksucta@elcat.kg](mailto:ksucta@elcat.kg)

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР РАЗВИТИЯ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ АВТОМОБИЛЕЙ И ИХ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ

STATE OF THE ART REVIEW OF DEVELOPMENT BRAKE SYSTEMAVTOMOBILYA AND THEIR IMPROVEMENT

Бул макалада автотранспорт каражаттарынын кыймыл коопсуздук маселелери каралган. Ошондой эле автомобилдердин тормоздук гидрокөрсөткүчтөрдү өркүндөтүүнүн ыкмалары сунушталды.

***Чечүүчү сөздөр:** автотранспорт каражаттарынын кыймыл коопсуздук маселелери, гидрокөрсөткүчтөр, өркүндөтүүнүн ыкмалары.*

В статье рассмотрены вопросы безопасности движения автотранспортных средств. Также предлагается способы совершенствования тормозных гидроусилителей автомобилей.

***Ключевые слова:** автотранспортные средства, вопросы безопасности движения, гидроусилители, способы совершенствования.*



In this article, we consider the safety of motor vehicles. Also, there are ways to improve the brake power amplifiers of cars.

Ключевые слова: *автотранспортные средства, вопросы безопасности движения, гидроусилители, способы совершенствования.*

Увеличение количества автотранспортных средств, повышение динамических качеств автомобилей, рост средних скоростей движения обусловили резкое увеличение интенсивности транспортных потоков на всех типах автомобильных дорог. Растущая интенсификация движения и рост числа автомобилей обуславливают повышение требований к средствам активной безопасности – к тормозным системам. Обеспечение активной безопасности автомобильного транспорта приобретает особое значение в решении общей проблемы повышения безопасности движения и снижения количества и тяжести аварий на дорогах.

Активная безопасность, например, легковых автомобилей (наиболее многочисленной части автотранспорта) в значительной мере зависит от конструкции и технического состояния тормозного управления, которое за последние годы значительно усложнилось.

Конструктивное усложнение современных гидравлических тормозных систем легковых автомобилей связано со стремлением удовлетворить требования по эргономике, комфортабельности, надёжности и безопасности движения автомобиля. Так, введение усилителей тормозного привода улучшает условия труда водителя, снижает его утомляемость и тем самым повышает надёжность управления автомобилем. Кроме того, необходимость иметь высокое давление рабочей жидкости в приводе (особенно при применении дисковых тормозных механизмов) ведёт к высокому передаточному отношению его механической части. Однако существует эргономическое ограничение величины хода тормозной педали и прилагаемого к ней усилия. Это также способствовало широкому применению мастерваков и гидроваков тормозного привода на легковых автомобилях среднего и даже малого классов.

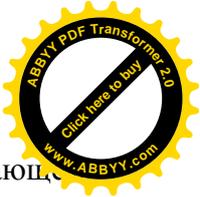
Стремление к повышению активной безопасности автомобиля и увеличению надёжности торможения привело к созданию различных типов двух контурных гидравлических тормозных систем, что в свою очередь потребовало раздельных ёмкостей тормозной жидкости (бачков), двуполостных (двух объёмных) главных тормозных цилиндров, дифференциальных сигнализаторов выхода из строя раздельных контуров гидропривода и других дополнительных элементов и устройств.

Применение смешанных систем колёсных тормозных механизмов (дисковых и барабанных на большинстве легковых автомобилей) вызвало необходимость введения в гидравлические контуры к передним (дисковым) тормозным механизмам так называемого "клапана задержки" или "дозирующего клапана". Посредством введения этого клапана достигается одновременное начало срабатывания передних и задних тормозных механизмов и даже опережение задних.

Из-за различия в величинах тормозных сил, реализуемых при торможении передними и задними колёсами, в систему тормозного гидропривода введён регулятор тормозных сил, а появление раздельных, так называемых диагональных и полностью дублированных схем тормозного гидропривода, потребовало применения двух регуляторов тормозных сил (по одному в каждом из контуров).

С целью снижения металлоёмкости гидроприводов созданы так называемые "клапаны-комбайны", объединяющие в одном корпусе все три типа упомянутых клапанов: клапан "задержки", дифференциальный клапан-сигнализатор и регулятор тормозных сил, выполненный в данном случае в виде пропорционального клапана (клапана - ограничителя давления).

Всё увеличивающееся распространение дисковых тормозов как на передних, так и на задних колёсах легковых автомобилей, введение жёстких норм на допустимую



токсичность выхлопных газов, обуславливающих снижение разряжения во всасывающей коллекторе двигателя и, как следствие этого, снижение уровня располагаемого вакуума явились причиной того, что возможности гидравлических тормозных приводов с вакуумными усилителями достигли своего критического предела.

В связи с массовостью пользования автомобилем, особое внимание уделяется требованиям эргономики. Например, вполне определённо установлена максимально допустимая величина усилия, прикладываемая к тормозной педали. Так, в США и Англии в результате проведённых исследований установлено, что многие женщины-водители не могут создать усилия на педали более 38 кгс (373 н.) Во многих нормативах рекомендуется принимать равным 30-50 кгс (294-490 н.), а полный ход педали – не более 125 мм В конечном распрямленном состоянии сила ноги при опертой спине принимаемая равной 27 кгс (265 н.), а при угле коленей в 135 – эта величина может быть увеличена до 70 кгс (687 н.). При нечастом нажиме на тормозную педаль при ее ходе не более 250 мм усилие обычно принимается 25-30 кгс (245-294 н.).

Таким образом, в настоящее время проблема создания тормозных систем, удовлетворяющих довольно жесткие требования стандартов, в частности, требования по усилию на педали тормоза.

Как уже было изложено выше, ход педали тормоза рекомендуется выбирать с точки зрения требований эргономики в пределах 0,125...0,150 м.

Гидропривод получил достаточно широкое распространение в тормозных системах АТС.

Гидропривод высокого давления достаточно перспективен, но в настоящее время в тормозных системах АТС имеет ограниченное применение из-за сложности конструкции, трудности размещения на автомобиле и высокой стоимости.

Одним из направлений в создании высокоэффективного тормозного гидропривода является создание гидропривода с переменным передаточным отношением, т.е. привода, эффективность которого возрастает за счет более рационального использования мускульной энергии водителях[1].

Как известно, силовое передаточное число привода как отношение суммарной эффективной тормозной силы всех колес автомобиля на дороге к усилию, приложенному практически пропорционально отношению силы в колесных тормозных цилиндрах (КТЦ) к усилию на тормозной педали, передаваемого посредством давления рабочей жидкости при установившемся режиме. При одинаковом давлении в колесных тормозных цилиндрах и в главном тормозном цилиндре (ГТЦ), разность в силах достигается за счет разности площадей поршней в КТЦ и ГТЦ и плеч рычагов привода педали. В обычном гидроприводе это отношение постоянно ($i = \text{const}$), а в гидроприводе оно может изменяться в некоторых пределах ($i = \text{var}$) в зависимости от давления рабочей жидкости в ГТЦ (или усилия на педали), чем и достигается повышение эффективности при работе привода.

Гидропривод с переменным передаточным отношением (ППО) – это обычный тормозной

гидропривод с включенным в него усилителем давления (УД), изменяющих силовое

соотношение этого привода в процессе его работы (рис. 1, 2).

Такой гидропривод позволяет уменьшить усилие на тормозной педали при тех же значениях выходного давления по сравнению с обычным приводом. В тех случаях, когда уменьшение усилия на педали тормоза является не главной целью, то в зависимости от конкретных условий (его конструкции и упругости тормозной системы в целом) может обеспечить получение оптимального соотношения хода педали и усилия на ней, чего не удаётся достичь в обычном гидроприводе. Усилитель давления, в котором происходит повышение давления, обеспечивает лишь переменность передаточного числа привода и не является сам по себе источником дополнительной энергии, он лишь перераспределяет подводимую к нему энергию, что, в зависимости от конкретно поставленной задачи,



позволяет в определенных зонах изменения выходного давления – давления в К, уменьшить усилие на педали или её ход. Естественно, что в других зонах характеристики привода имеет место обратная закономерность – усилие на педали или её ход возрастают.

В тормозном гидроприводе усилие на тормозной педали является функцией ее перемещения. В общем случае эта зависимость нелинейная и аппроксимируется чаще всего линейно-параболической функцией, в которой можно выделить вообще два этапа:

- выбор основных тормозных зазоров до полного соприкосновения тормозных колодок с барабаном или диском (участок 0-2) при малом усилии на педали, составляющем в точке 1 характеристики 5-8 % от максимально необходимого усилия и большом ходе её, составляющим около 70-80 % от максимально необходимого хода

- выбор упругих деформаций привода при эффективном процессе торможения (участок 2-3) при большом усилии на педали и малом её ходе.

При проектировании обычного гидропривода без использования посторонней дополнительной энергии на торможение, принимают компромиссное решение, удовлетворяющее в какой-то степени условия эффективности работы тормозной системы на обоих этапах. Для более рационального использования привода, целесообразно применить ступенчатый поршень в нём, большой диаметр которого работает бы на первом этапе, а малый – на втором, что и легло в основу принципа работы современного тормозного гидропривода.

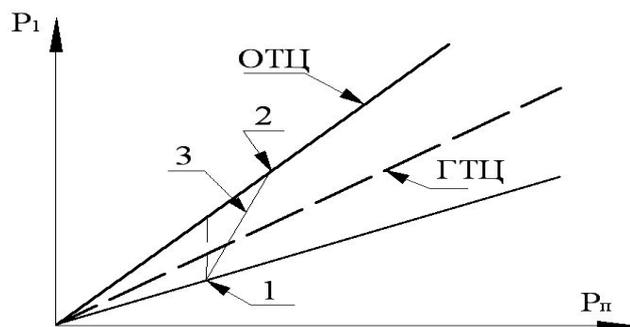


Рис. 1. Зависимость давления на выходе из ГТЦ от усилия на тормозной педали: 1 – точка переключения; 2 – точка выхода на режим усиления; 3 – переходная зона

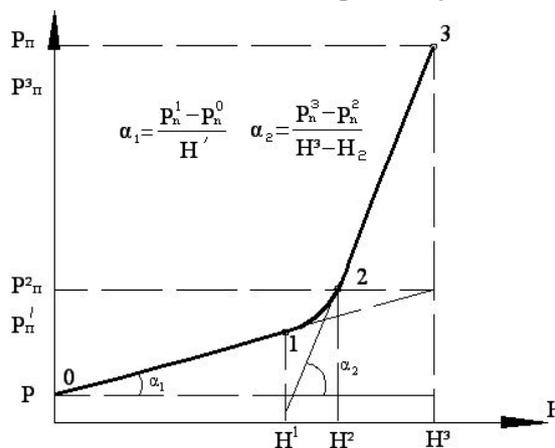


Рис. 2. Характеристика тормозного гидропривода

В связи с этим наметился путь к разработке и применению тормозных гидроприводов переменной производительности и гидроприводов высокого давления.

Гидравлическая тормозная система с гидравлическим усилителем, насосом и гидроаккумулятором успешно апробируется практически всеми крупными фирмами - изготовителями автомобилей и их агрегатов, и подтверждает высокую добротность



процесса регулирования оптимального процесса торможения вследствие меньшего времени запаздывания, чем при вакуумном усилителе. Тормозная система с гидравлическим усилителем обладает компактностью, высоким тормозным резервом и может быть перенесена на обычный современный автомобиль без изменения большинства узлов тормозной системы и принципа их действия. При этом существует необходимость отработки надёжности, снижения массы и стоимости тормозной системы с гидравлическим усилителем.

Последние достижения в области технологии производства, появление новых конструкционных материалов и расширение масштабов производства создают предпосылки для снижения стоимости гидравлических тормозных систем высокого давления, доведя её до приемлемого уровня.

Причиной перехода на гидравлические усилители является также их повышенный тормозной резерв, под которым понимается число возможных торможений после выхода из строя или отказа в работе источника энергии, питающего усилитель. Лишение источника энергии при вакуумном усилителе возникает при остановке двигателя, а при гидравлическом - в случае отказа насоса, который может иметь привод и от трансмиссии[3]. Поскольку уровень давления, создаваемый в гидравлике, на несколько порядков выше, чем создаваемый двигателем вакуум, то в существенно меньшем пространстве, занимаемом пневмогидравлическим аккумулятором, можно сосредоточить значительно больше энергии, чем в громоздком вакуумном ресивере. Наконец, создание так называемых "адаптированных", "самонастраивающихся" тормозных систем, в которых используются электронные противоблокировочные подсистемы с логическим элементом, также оправдывает применение тормозных гидроприводов высокого давления, оптимально сочетающихся с электроникой вследствие органически присущего гидростатическим передачам высокого значения коэффициента усиления. Применение же тормозных гидроприводов высокого давления наряду с уже применяющимися системами гидроусиления рулевого управления своим логическим завершением вызвало появление многочисленных вариантов централизованных гидравлических систем высокого давления управления автомобилем, объединяющих системы как тормозного, так и рулевого гидропривода. За такими централизованными системами, как структурно составляющими общего, полностью автоматизированного управления автомобилем - будущее.

Развитие и широкое применение отдельных (многоконтурных) систем тормозного гидропривода диагонального типа, обеспечивающих высокую эффективность запасного (аварийного) торможения любым из контуров.

На легковых автомобилях с традиционными системами тормозного гидропривода повсеместное наиболее широкое развитие получили вакуумные усилители с механическим управлением типа "Мастервак", так как это обеспечивает снижение металлоёмкости.

Дальнейшее развитие получают системы тормозного гидропривода переменной производительности. Наиболее вероятное применение таких систем можно ожидать на автомобилях особо малого класса, на авто и электропогрузчиках, на электромобилях, т. е. на тех подвижных средствах, у которых нет возможности применить посторонний источник энергии для работы усилителей тормозного гидропривода.

Заслуживают внимания такие аппараты системы тормозного гидропривода, как комбинированный клапан, выполняющий три функции: задержки, сигнализации и регулирования тормозных сил, а также главные тормозные цилиндры с компенсирующими устройствами клапанного типа, позволяющие повысить долговечность уплотняющих манжет и надёжность тормозной системы автомобиля.

Проведённый анализ требований к тормозным гидроприводам показал, что гидропривод с переменным передаточным отношением обладает потенциальными возможностями удовлетворения требованиям современных стандартов, так как он не связан с работой двигателя, в нём используется одна рабочая среда (рабочая жидкость), а



подбор оптимальных значений передаточного числа на определённых участках выходящих характеристик системы позволяет более рационально использовать ход педали тормоза и физические возможности водителя на торможение, а также позволяет обеспечить приводу полную автономность в работе.

В результате проведённого анализа существующих конструкций и выполненных предварительных экспериментальных исследований и конструкторских разработок, можно считать, что для тормозного гидропривода автомобиля с существующими конструкциями тормозных механизмов целесообразно применять клапанные усилители давления в виде отдельного узла или в сочетании с главным тормозным цилиндром, что и определяет направление исследований.

Анализ работ по разработке программ для автоматизированного проектирования систем приводов проводимых в странах СНГ и других зарубежных странах, показал, что данный вопрос стоит в поле зрения многих научных центров, ведущих ученых и специалистов.

Обзор работ по автоматизированному моделированию систем приводов позволил выявить следующее: разработаны множества пакет программ, позволяющие исследовать отдельные характеристики систем гидроприводов, тормозных систем АТС, однако эти пакеты не рассматривают комплексные влияния различных характеристик на процессы для которых применяются эти приводы (процессы разгона, торможения АТС и т.д.).

Список литературы

1. Бухарин Н.А. Тормозные системы автомобилей [Текст]/ Н.А. Бухарин. - Л.: Машгиз, 1973 - 503 с.
2. Гольд Б.В. Конструирование и расчет автомобиля [Текст]/ Б.В. Гольд. - М.: Машгиз, 1963. – 535 с.
3. Нусупов Э.С. Темпы автомобилизации и проблемы безопасности дорожного движения[Текст] / Э.С. Нусупов // Наука и новые технологии. – Бишкек: 2009. - №4.–с.241-247.
4. Кузнецов Е.С. Техническая эксплуатация автомобилей [Текст] / Е.С. Кузнецов // 3-е изд.перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1991. - 413с.