

ских показателей и детонационных качеств в двигателе внутреннего сгорания с искровым зажиганием. - М.: МГИУ, 2008. - 158 с.

2. Дубнищев Ю.Н., Арбузов В.А., Белоусов П.П., Белоусов П.Я. Оптические методы исследования потоков. - Новосибирск: Сибирское университетское издательство, 2003. - 16 с.

Тенденции и перспективы развития усилителя руля

Кутепов П.А., к.т.н. доц. Малеев Р.А., к.т.н. проф. Коротков В.И.
Университет машиностроения
8-962-968-97-87, kutepvp@rambler.ru

Аннотация. В работе проводится описание гидравлического и электрического усилителя руля, их конструкции и принцип работы.

Ключевые слова: усилитель руля, гидравлический усилитель руля, электроусилитель руля

В начале прошлого столетия для управления автомобилем от водителя требовалась хорошая физическая форма. Чтобы совершить поворот машины, требовалось прикладывать немалые усилия на руль. При этом уменьшение усилия сводилось к увеличению в рулевом управлении передаточного числа, но это не давало итогового положительного результата.

Самым распространенным рулевым механизмом является механизм типа "червяк-ролик" (рисунок 1). Червяк с переменным диаметром связан с рулевым валом. Крутящий момент передается от червяка к ролику, связанному с валом с сошкой. Данный рулевой механизм выдерживает большие нагрузки, поворот колёс можно сделать под большим углом, и при этом практически не ощущаемы ударные нагрузки от колёс. Недостатком механизма такой конструкции является его существенная сложность.

Сегодня такой механизм практически сошел со сцены, уступив место в рулевых приводах грузовых и легковых автомобилей механизму классической компоновки, получившему название – "винт-шариковая гайка-рейка-сектор". Винт, которым оканчивается рулевой вал, через циркулирующие по резьбе шарики толкает вдоль своей оси поршень-рейку, а тот в свою очередь поворачивает зубчатый сектор рулевой сошки.

В дальнейшем такой механизм заменил реечный рулевой механизм, который получил широкое распространение. В нем шестерня, связанная с рулевым колесом, передвигает рейку с зубцами, которая, в свою очередь, поворачивает колёса. Этот механизм оказался более простым.

В 1925 году было запатентовано специальное устройство, названное "гидравлический усилитель рулевого управления". Конечно, такое устройство не сразу обрело успех, но пути для улучшения уже наметились. В 40-х годах в Америке, а потом и в Европе гидравлический усилитель руля (ГУР) стал применяться инженерами-конструкторами при разработке некоторых моделей автомобилей. Сегодня ГУР устанавливается практически на весь автотранспорт. Но большая доля относится к легковым автомобилям.

В настоящее время на автомобилях используются гидро- и электроусилители руля. Конструкция этих усилителей, их достоинства и недостатки рассмотрены ниже.

Усилитель руля является одним из важных устройств современного автомобиля. Он не только облегчает водителю управление машиной, но и повышает ее безопасность.

Усилитель руля понижает усилие, которое водитель прилагает к рулевому колесу, увеличивает «чувство дороги», уменьшая силу ударов, которая передается на руль из-за неровностей дорог, тем самым увеличивает маневренность автомобиля. Поэтому данное устройство позволяет лучше «удерживать» автомобиль на дороге даже и при повреждении одного из передних колес.

Рассмотрим гидроусилитель руля (рисунок 2). Одним из основных элементов гидравлического усилителя руля является насос, который приводится двигателем автомобиля и поддерживает нужное давление жидкости в системе. Это давление жидкости, с помощью

распределительного устройства, которое встроено в рулевой механизм, и помогает водителю совершать поворот колеса. При прямолинейном движении ГУР работает в холостом режиме. Данный усилитель, установленный на легковом автомобиле, увеличивает комфорт и управляемость во время движения автомобиля.



Рисунок 1. Рулевой механизм типа «червяк-ролик»

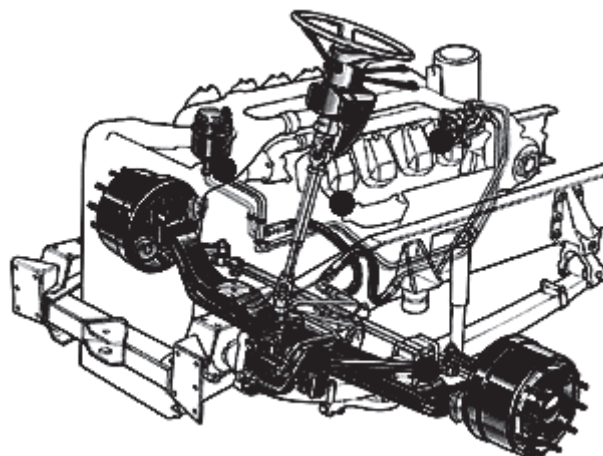


Рисунок 2. Классический гидроусилитель руля

Рассмотрим недостатки такой системы. В связи с тем, что насос связан с валом двигателя автомобиля при низких оборотах подача насоса не велика, это уменьшает скорость поворота колеса. При этом для повышения скорости поворота колес на месте приходится увеличивать обороты двигателя нажатием педали газа.

Несколько позже появились конструкции ГУР с электрическим приводом насоса, что сделало привод гидронасоса независимым от оборотов двигателя, однако при больших скоростях руль становится чересчур чувствительным, что может привести к опасным ситуациям. Кроме этого ГУР представляет собой достаточно тяжелую конструкцию, имеющую относительно высокую стоимость.



Рисунок 3. Электрический усилитель руля

Электроусилитель руля (ЭУР) (рисунок 3) представляет собой электромеханизм, состоящий из электродвигателя, червячного редуктора, блока управления и датчика момента. Монтируется ЭУР в рулевую колонку. Червячный редуктор предназначен для преобразования вращательного движения червячного вала, соединенного с двигателем, во вращательное движение рулевого вала с коэффициентом редукции 18,33. Датчик момента формирует электрический сигнал в соответствии с приложенным моментом на вал руля как по величине, так

и по направлению.

Вся сущность такого усилителя заключена в электродвигателе, преобразующем электрическую энергию в механическую, что позволяет уменьшить усилие на руле. Электронный блок управления принимает сигналы от датчиков: момента, скорости автомобиля, числа оборотов коленчатого вала двигателя, положения ключа в замке зажигания, положения ротора электродвигателя. Потом блок управления обрабатывает их и выдает сигнал на обмотки статора, обеспечивающаюшее вращение электродвигателя в зависимости от величин сигналов датчика момента и скорости машины. При увеличении скорости ЭУР обеспечивает плавное снижение компенсирующего момента, что делает руль тяжелее. Блок управления непрерывно осуществляет контроль сигналов, который получает от бортовой системы.

При обнаружении дефекта в электрической системе производится отключение ЭУР и выдается сигнал на световой индикатор отказа. При этом рулевое управление работает как на автомобиле, не укомплектованном усилителем руля.

При парковке руль можно вращать без особых усилий. Основным отличием электромеханического усилителя является то, что компенсирующий момент меняется в зависимости от скорости автомобиля, т.е. с увеличением скорости усилие на руле увеличивается, обеспечивая хорошую обратную связь. Электродвигатель включается автоматически, как только усилие на валу руля превысит заданное значение. В основном потребление тока происходит в момент вращения рулевого колеса, т.е. при езде с низкой скоростью или при парковке. Благодаря этому снижается нагрузка на генератор и уменьшается расход топлива. В случае если электроусилитель руля выйдет из строя, ничего серьезного не случится. Можно спокойно продолжать свою поездку. При этом лишь незначительно увеличится усилие на руле.

Для более полной оценки ЭУР необходимо рассмотреть принцип его работы. На валу размещается шестерня, связанная с червяком, а червяк располагается на двигателе. При повороте руля посредством датчика момента передается команда на поворот – двигатель включается и помогает поворачивать руль с определенным моментом. В случае отказа электроусилителя (предположим, при отключении бортовой сети) в управлении машины ничего не поменяется, руль становится немного тяжелее – появится дополнительная нагрузка в виде свободно вращающегося ротора электродвигателя. Но вероятность отказа электроусилителя очень мала.

К электроусилителю подводится кабель электропитания с индивидуальным предохранителем и провода от датчика оборотов двигателя и датчика скорости. Первый датчик нужен для того, чтобы усилитель отключался при неработающем двигателе, – иначе сядет батарея. Показания датчика скорости позволяют компьютеру усилителя регулировать мощность электромотора. Российский электроусилитель, как и его зарубежные аналоги, изменяет алгоритм работы в зависимости от скорости автомобиля. На малых скоростях электродвигатель работает с максимальным усилием, по мере разгона машины его эффективность снижается. Полностью усилитель отключается при 80 км/ч, тогда неработающий электродвигатель и редуктор создают на рулевом валу дополнительное сопротивление, утяжеляя рулевое колесо.

Как и на многих зарубежных моделях электроусилителя имеется клавиша «максимального усиления» – аналог режима City на автомобилях Fiat. Нажатием этой клавиши можно отключить усилитель от датчика скорости, и он постоянно работает в режиме максимального усиления. В условиях городского движения это очень эффективно.

В ЭУРе сложным считается только блок управления: руль информативен, максимально легок при парковке, усилие возрастает прямо пропорционально скорости движения автомобиля.

Электроусилитель руля автомобиля, структурная схема которого показана на рисунке 4, состоит из датчика момента 11, измеряющего приложенный к рулю момент и формирующего соответствующие выходные сигналы, датчика скорости 2 автомобиля, измеряющего скорость движения автомобиля и формирующего соответствующие выходные сигналы, электродвигателя 10, связанного с рулем 14 через червячный редуктор 12, датчика положения ротора ДПР 9, регистрирующего положение ротора относительно статора и формирующего

соответствующие выходные сигналы, датчика режима работы автомобиля 1, регистрирующего режим работы автомобиля и обеспечивающего соответствующий выходной сигнал, блока управления электродвигателем, включающего в себя формирователи 3, 4, процессор 5, драйверы ключей 6, 3-фазный мостовой инвертор, реле 8, формирующего силовые сигналы на обмотках электродвигателя с учетом сигналов датчиков момента 11, скорости автомобиля 2, датчика положения ротора 9, датчика режима работы автомобиля 1.

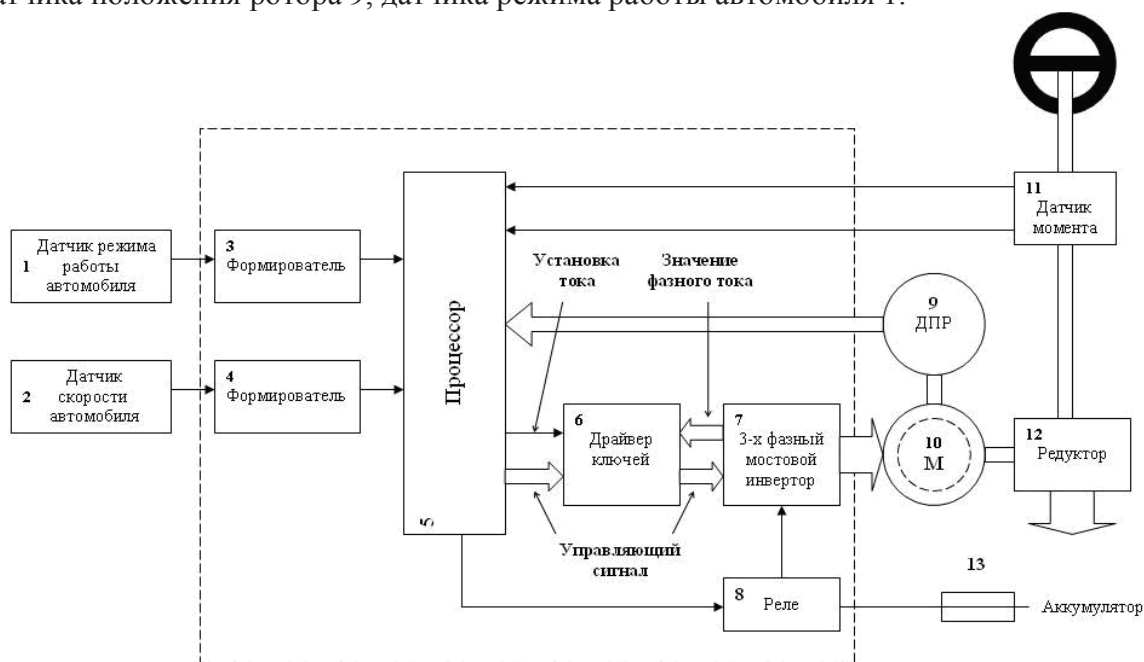


Рисунок 4. Блок управления электродвигателем в ЭУР

Компоновка электроусилителя показана на рисунке 5.

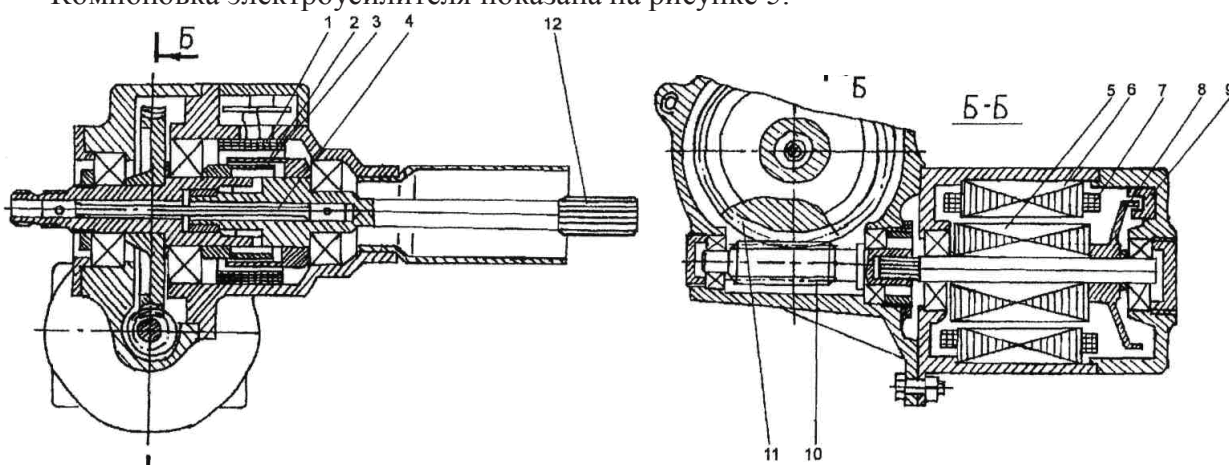


Рисунок 5. Электроусилитель руля в разрезе

Датчик момента размещен внутри корпуса электроусилителя и состоит из индуктивной катушки 1, перфорированных электропроводящих цилиндров 2 и 3 и торсионного вала 4. Торсионный вал 4 является упругим элементом, работающим на скручивание, и служит для преобразования момента, приложенного к рулю, в угловое перемещение цилиндров 2 и 3 относительно друг друга. Угловое перемещение регистрируется посредством измерения параметров катушки. Электродвигатель состоит из зубчатого безобмоточного ротора 5 и зубчатого статора 6 с обмотками 7. Внутри электродвигателя установлен датчик положения ротора, состоящий из перфорированного диска 8 и смещенных на 120 градусов датчиков 9. Вал ротора соединен шлицевым соединением с червяком 10 редуктора 11. Вращающий момент электродвигателя передается червяком 10 на зубчатое колесо 11 редуктора и далее на торсионный вал 4 и рулевую колонку 12.

Электричество в таком случае превосходит гидравлику. Во-первых, легкая установка

(относительно ГУРа). Во-вторых, более высокая энергосберегаемость – ЭУР включается только во время движения руля, а гидравлический насос работает постоянно, т.е. присутствует постоянный отбор мощности двигателя.

Достоинством данного усилителя является его высокая эффективность при обычной езде, сравнительно легко монтируется, неприхотлив в работе.

Недостатками такого усилителя являются отсутствие достаточной обратной связи руля, приводящее к сложному определению положения колес (либо колеса находятся в повернутом состоянии или в прямом), кроме этого, при совершении переходов из одного поворота в другой руль получает излишнее сопротивление (усилитель имеет малое быстродействие).

В заключении можно сделать выводы, что на современных автомобилях в настоящее время в основном находит применение электроусилитель руля (вследствие малой инерционности и габаритов).

Литература

1. Косенков А.А. Устройство автомобилей: Ходовая часть и проч. системы. – Рн/Д: Феникс, 2005.
2. Передерий А.А. Устройство автомобилей. Учебное пособие. М., 2004.
3. Щелоков М. Гидроусилитель рулевого управления. ж. "Колеса" №94 за Август 2005.

Улучшение энергетических и экологических характеристик поршневых ДВС при переходе на бензоэтанольное топливо

Абрамов А.А., к.т.н. доц. Апельинский А.В., к.т.н. доц. Руновский К.С.,
к.т.н. проф. Белов В.П.

Университет машиностроения

8(495) 223-05-23(1467) atd@mami.ru, 8(495) 671-31-64, abrsan@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены особенности изменения рабочих характеристик двигателей внутреннего сгорания с искровым зажиганием при переводе ДВС на бензоэтанольное топливо и способы улучшения энергетических и экологических характеристик ДВС.

Ключевые слова: этанол, бензоэтанольная смесь, турбокомпрессор, РСА, ДВС.

Рост автомобильного парка требует периодического обновления стандартов и ужесточения нормативных требований к выбросам вредных веществ (ВВ) автотранспортными средствами. Нормативы на предельно допустимые выбросы ВВ в европейском законодательстве с 1993 по 2013 г. ужесточились в 2,7 раза на оксид углерода и в 5,8 раза на суммарный выброс углеводородов и оксидов азота для категорий наиболее массовых автомобилей. В связи с этими факторами, а также с учетом постоянного роста цен на нефть все более актуальной становится задача повышения полноты сгорания углеводородного топлива и перехода на экологически чистые виды топлива, а также повышения экономичности тепловых двигателей и снижение выбросов ВВ. Одним из возможных путей разрешения указанных противоречий является постепенный переход на частичное, но в то же время массовое внедрение альтернативных, экологических топлив, отличающихся доступными эксплуатационными свойствами и опирающихся на существенную сырьевую базу. Наиболее предпочтительными с этих позиций являются спирты и эфиры, получаемые из возобновляемого сырья (биомассы), в частности этанол как наиболее доступный и технологичный продукт. К преимуществам этанола относятся следующие его особенности:

- высокое октановое число по сравнению с бензином. В результате этого введение в автомобильные бензины этанола повышает их детонационную стойкость. Это дает возможность увеличить степень сжатия топливовоздушной смеси с этанолом до $\epsilon = 12 \dots 14$ и тем самым повысить КПД двигателя и снизить удельный расход топлива;