**Тема. АКПП с гидромеханическим управлением**

Что будет, если двигатель соединить напрямую с колёсами: машина лениво начнёт движение и поедет с максимальной скоростью 20 км/ч. По законам физики сила, которую должны преодолеть колёса равна F=ma+Fтр, где m — масса автомобиля, Fтр— сила трения с поверхностью земли. Двигатель достигнет максимальной мощности при оборотах 5000 — 6000 об/мин, но в таком режиме работы ресурс агрегата быстро иссякнет.



Чтобы мгновенно стартовать после нажатия педали газа, и защитить двигатель от перегрузки, в машине установлена трансмиссия. Она также способна изменять крутящий момент, ускоряя или замедляя автомобиль. Этот узел трансмиссии называется коробка переключения передач — КПП.

По типу переключения скоростей различают механические и автоматические КПП:

* механикой полностью управляет водитель, выжимая педаль сцепления и переводя рычаг для изменения скорости;
* в автоматах работает гидромеханическая передача с минимальным участием водителя.

Гидромеханическое управление облегчает и упрощает работу водителя, снимая часть «обязанностей». Плавность и бесшумность АКПП повышает комфорт вождения при трогании и разгоне. Также ГМП защищает двигатель и коробку от динамических нагрузок, которые может создать водитель, постоянно «выжимая» газ.

Основные элементы гидромеханической коробки передач:

* гидротрансформатор;
* масляный насос;
* коробка передач;
* система управления.

**Функции гидротрансформатора**

Гидромеханическая коробка передач работает за счёт движения жидкости, которую качает масляный насос. Главный «потребитель» масла — [гидротрансформатор](https://akppoff.ru/korobka-avtomat/gidrotransformator-akpp) (ГДТ). ГДТ преобразует и передаёт крутящий момент от коленчатого вала в трансмиссию через работу жидкости.



Конструктивно ГДТ представляет собой набор лопастных колёс, «запертых» в герметичной камере в форме бублика:

* насосное колесо приварено к чаше корпуса и соединено с коленвалом;
* турбина через ступицу насажена на вал трансмиссии, и механически не связана с насосным колесом;
* реакторное колесо установлено между турбиной и насосом. Предназначено для усиления крутящего момента.

Гидромеханическая коробка передач начинает работать с запуском двигателя: включается масляный насос и насосное колесо. На лопасти колеса попадает жидкость и раскручивается вокруг оси ГДТ. Под действием центробежной силы масло отбрасывается на лопасти турбины, проходит через реактор и возвращается к насосному колесу. Под давлением потока лопатки турбины начинают вращаться, передавая крутящий момент по валу в коробку передач.

Чем выше обороты двигателя, тем быстрее вращаются колёса ГДТ, а крутящий момент снижается. Без реактора «бублик» работал бы только в режиме гидромуфты, передавая вращение без трансформирования. В момент, когда скорости насоса и турбины выравниваются, реактор начинает свободно вращаться, усиливая давление жидкости, попадающей на лопасти насоса.

Большая часть энергии двигателя уходит на перемещение и нагрев масла в ГДТ. В результате снижается общий КПД, и растёт расход топлива. Для устранения этого недостатка в «бублик» устанавливают муфту блокировки с фрикционной накладкой. При включении муфты двигатель и трансмиссия жёстко сцепляются, и передача момента происходит без потерь.



Передаточное число гидротрансформатора достигает максимально 2,5 — 3, что не достаточно для устойчивой работы двигателя в разных режимах движения машины. Нет возможности включить задний ход, поскольку колёса ГДТ вращаются только в одном направлении. Для компенсации этих недостатков гидромеханическая коробка передач оснащена дополнительным узлом.

**[Читать](https://akppoff.ru/korobka-avtomat/kak-na-avtomate-vyehat-iz-sugroba%22%20%5Ct%20%22_blank)**

**[Что делать и как на автомате выехать из сугроба или из грязи если застрял](https://akppoff.ru/korobka-avtomat/kak-na-avtomate-vyehat-iz-sugroba%22%20%5Ct%20%22_blank)**

**Конструкция гидромеханики**

В ГМП применяют простые ступенчатые или планетарные механизмы с электронным управлением. Принцип работы гидромеханической коробки передач в обоих вариантах заключается в изменении скорости вращения выходного вала за счёт различных передаточных чисел зубчатых передач.

**Как работает вальная кпп**

Устройство гидромеханической коробки передач вального типа похоже на механическую КПП. Преобразование крутящего момента происходит ступенчато через включение и отключение зубчатых передач, расположенных на параллельных валах. Количество и размер шестерённых пар соответствует определённому передаточному числу.

Первичный, входной вал, получает крутящий момент от гидротрансформатора. Через пару постоянно сцепленных шестерней мощность передаётся на вторичный вал, а затем на колёса. Для получения прямой передачи, в конструкцию добавляют промежуточный вал, а первичный и вторичный валы располагают на одной оси.

Для расширения диапазона скоростей применяются многовальные конструкции с 4 и более валами. Работа коробки при этом усложняется, увеличиваются габариты и масса. Подобные ГМП встречаются на грузовиках-тягачах.



Зубчатыми передачами управляют фрикционные многодисковые муфты. Муфта становится тормозом, когда соединяется с корпусом ГМП. Для включения блокировки масляный насос подает гидравлическое давление на фрикционы. Благодаря фрикционам скорость переключается плавно, а использование гидропривода ускоряет торможение.

Гидромеханические коробки передач вального типа плохо справляются с растущей тягой от повышения грузоподъёмности транспорта, с ужесточением требований по топливной экономичности. Рост параметров значительно увеличивает массу и габариты конструкции. По этим причинам вальные КПП заменяют на планетарные передачи.

**Как работает планетарная кпп**

Инженеры предпочитают устанавливать в гидромеханическую КПП [планетарный механизм](https://akppoff.ru/korobka-avtomat/planetarnaya-peredacha) вместо ступенчатой конструкции по следующим причинам:

* компактные размеры;
* плавная и быстра работа;
* нет разрыва в передаче мощности при переключении передач;
* большое количество передаточных чисел за счёт использования многорядных конструкций.

**[Читать](https://akppoff.ru/korobka-avtomat/kto-pridumal%22%20%5Ct%20%22_blank)**

**[Кто придумал и изобрел первую в мире автоматическую коробку передач](https://akppoff.ru/korobka-avtomat/kto-pridumal%22%20%5Ct%20%22_blank)**



Простая планетарная передача состоит из центральных шестерней: с внутренними зубьями — короны, с внешними зубьями — солнца. Между ними обкатываются зубчатые колёса сателлиты, оси которых закреплены на раме-водиле. В зависимости от конструкции водило соединено с выходным валом или коронной шестерней.

Устройство планетарной коробки определяет её принцип действия. Чтобы изменить крутящий момент гидротрансформатора, один из элементов планетарной передачи вращают, а другой элемент затормаживают. Третий элемент становится ведомым, а его скорость определяется числом зубьев всех шестерней.

Для получения прямой передачи водило и солнечную шестерню жёстко соединяют. Корона не может проворачиваться относительно закреплённой системы, поэтому механизм вращается как единый узел. Передаточное число в этом случае равно 1.

Чтобы получить задний ход, центральные шестерни вращают в одну сторону. Для этого останавливают сателлиты, блокируя водило.

В качестве тормозов планетарной коробки передач используют тормозные ленты или фрикционные диски. Блокировочные элементы работают в автоматическом режиме по сигналу электроники.

**Электронная часть гидромеханической акпп**

В гидромеханическом автомате отсутствует сцепление, поэтому каждая ступень коробки снабжена элементом переключения. Работу элементов контролирует электронный блок ЭБУ, связанный с блоком управления двигателем. Во время переключения передач автоматически регулируется частота вращения мотора, что помогает достичь оптимальных рабочих характеристик агрегата.



Система электронного управления гидромеханической коробки передач разбита на подсистемы:

* измерительную — для сбора параметров с датчиков давления, температуры и т.д.;
* функциональную — для управления маслонасосом, регуляторами давления и т.д.;
* управляющую — для выдачи сигнальных импульсов.

Для автоматизации управления помимо ЭБУ в систему входят электроклапаны, датчики, усилители, регуляторы, корректирующие элементы и т.д. Электроклапаны — соленоиды, расположены в гидроблоке, и по сигналу ЭБУ открывают канал гидроплиты для прохода жидкости к фрикционам, гидротрансформатору и другим узлам.



В зависимости от положения селектора ЭБУ действует по программному алгоритму, заложенному в память:

* при плавном разгоне дроссельная заслонка двигателя открывается медленно. Компьютер отслеживает степень открытия заслонки и посылает импульсы узлам гидромеханической коробки передач для увеличения скорости. При достижении первой передачи (20 км/ч), коробка переходит на вторую скорость. Такой режим движения называется «экономичным»;
* при агрессивном разгоне ЭБУ работает в «спортивном» режиме. Каждая последующая передача включаются после того, как двигатель максимально раскрутится. Если водитель отпустит педаль газа, обороты упадут не сразу. В этом режиме мотор развивает максимальную мощность, увеличивается расход топлива и снижается ресурс АКПП.

**[Читать](https://akppoff.ru/korobka-avtomat/blokirator-akpp%22%20%5Ct%20%22_blank)**

**[Виды блокираторов АКПП](https://akppoff.ru/korobka-avtomat/blokirator-akpp%22%20%5Ct%20%22_blank)**

«Умное» управление проводит самодиагностику для корректирования работы ГМП. Например, если масло в коробке грязное, то в системе падает давление. Для защиты узлов ЭБУ может блокировать переключение передач, перераспределять нагрузку между электроклапанами, запретить включение гидротрансформатора. Неисправности и сбои в коробке компьютер записывает в виде кодов.



Компьютер умеет адаптироваться, выбирая подходящий режим под стиль вождения, динамику разгона и манеру торможения. Адаптация снижает износ коробки за счёт снижения числа переключений. При этом повышается комфорт водителя и безопасность движения.

**Сильные и слабые стороны гидромеханики**

Гидромеханическая коробка передач привлекает водителей простым управлением, плавностью переключения, низкой ценой по сравнению с вариаторами или DSG. И это ещё не все достоинства.

|  |  |
| --- | --- |
| **Сильные стороны** | **Слабые стороны** |
|  Высокая безопасность движения, поскольку водитель больше концентрируется на дороге.  | Дорогой ремонт из-за сложной конструкции и количества электроники. |
| Лёгкая и быстрая обучаемость вождения для новичков. | Высокий расход и стоимость оригинального масла . |
| Защита двигателя от перегрузок, за счёт автоматического переключения скоростей и адаптации к стилю вождения. | При долгих и частых пробуксовках масло в коробке перегревается, поэтому нужно избегать движения по грязи. |
| КПД гидротрансформатора достигает 97% при включении муфты блокировки. | Фрикционы истираются, загрязняя и перегревая трансмиссионную жидкость. |
| За счёт использования реактора момент на турбинном колесе ГДТ приумножает крутящий момент двигателя. Это повышает ресурс и проходимость автомобиля. | В мороз гидромеханику нужно долго прогревать, чтобы масло пришло в рабочее состояние. |
| Гидромеханическая коробка передачимеет возможность автоматизации каждого узла, что делает трансмиссию перспективной. | Автоматизация ГМП не позволяет водителю полностью «прочувствовать» управление автомобилем. |

Гидромеханическая коробка передач будет работать безотказно долгие годы при регулярном техобслуживании и соблюдении условий эксплуатации.

**Перспективы использования гидромеханической коробки передач**

Гидромеханическая коробка  передач постоянно совершенствуется:

* растёт число ступеней: ZF поставляет 9-ступенчатую ZF9НР для легковых автомобилей, Caterpillar устанавливает в спецтехнику 7-ступенчатые ГМП;
* меняются кинематические схемы;
* отрабатываются новые алгоритмы электронного управления;
* снижается расход топлива и выбросов;
* повышается скорость и плавность работы.

Большую перспективу имеет гидромеханическая коробка передач с планетарным механизмом. Трансмиссия подходит для маломощных и сверхмощных двигателей за счёт добавления новых планетарных рядов и варьирования передаточными числами. Новые технические решения повышают экономичность автомобиля. Добавление ступеней устраняет «провалы» в переключении скоростей, достигая максимальной плавности.

Производители выпускают ГМП разных типоразмеров для мощности двигателя от 50 до 1500 кВт. С ростом грузоподъёмности спецтехники увеличивается КПД и тяговые характеристики трансмиссии.

Развитие интеллектуальных автоматизированных систем управления и диагностики направлено на повышение эффективности автомобиля и обеспечения безопасности водителя. Гидромеханическая коробка передач приспособлена к автоматизации, что открывает большие возможности для расширения функциональности механизмов и систем.



**Заключение**

Гидромеханическая трансмиссия в автомобилях используется с 1940-х годов, а переход на электронное управление начался в 1980-х. С тех пор АКПП стала более функциональной, плавной, надёжной. Удачная конструкция позволяет совершенствовать систему управления и повышать технические характеристики, а значит расширять сферу применения гидромеханических коробок передач.