



Создан по инициативе Diagnostов - активных Участников Форума  
<http://forum.autodata.ru/> и Издательства "Легион - Автодата"  
<http://autodata.ru/>, зарегистрирован в Едином государственном реестре  
юридических лиц Российской Федерации  
«23» октября 2007 г.



Поддерживается Издательством «Легион - Автодата»

## CVT - технологии развития

В продолжении статьи

[http://www.autodata.ru/efisakh/2008/cvt\\_characteristic.pdf](http://www.autodata.ru/efisakh/2008/cvt_characteristic.pdf)

С момента выпуска первой CVT ( или CVT 1 ) для моторов объемом 2-2,5 литра в 1997 году , разработки этих типов трансмиссий продолжались. Линейка разновидностей CVT 1 или Hyper CVT , Hyper CVT M6 которая базировалась на модификации RE0F06A – RE0F06V была заменена на CVT2 или RE0F10A /11A . CVT 2 обозначение дали изготовители как второму поколению midsize front wheel drive автомобилей.

Преследовалось несколько задач :

- улучшение экономии топлива
- улучшение динамики разгона
- уменьшение веса
- уменьшение габаритов

Рассмотрим таблицу 1 , в которой перечислены общие характеристики CVT 1 и CVT 2 .

Таблица 1

Item		CVT2	Hyper-CVT 1
Torque capacity		250 Nm	200 Nm
Gear ratios	Pully ratio	2.349-0.394	2.326-0.434
	Ratio coverage	6.0	5.4
	Reverse gear ratio	1.750	1.586
	Final gear ratio	5.407-6.466	5.473/5.743
Weight (kg)		90	94
Overall length (mm)		354.7	396.0
Distance between 1st and 2nd shafts		171.0	168.0
Distance between 1st and 4th shafts		197.0	185.0
Manual mode		6 speeds	6 speeds

Прежде всего заметно в строке Pully ratio – расширен диапазон передаточных чисел . Иными словами – с виртуальных 6 передач CVT 1 до виртуальных 7 . Чем больше диапазон RATIO – тем ниже обороты на крейсерской скорости , выше топливная экономичность , снижается токсичность выхлопа и уровень шума.

В ручном режиме оставлено 6 передач – но за счет расширенного диапазона передаточных чисел . Основная доработка для расширения ratio coverage коснулась ведущего шкива – его внутренний диаметр рабочей поверхности конуса вблизи вала уменьшен на 5 процентов.

Если рассматривать CVT 2 подробно – то можно сказать , что это не доработанная CVT 1 , а полностью спроектированная заново трансмиссия , так как изменения коснулись абсолютно всего . Оставлен только принцип передачи .

[www.autodata-online.ru](http://www.autodata-online.ru) - База данных по ремонту и диагностике автомобилей

[www.motordata.ru](http://www.motordata.ru) - Интерактивная база данных по диагностике автомобилей

[www.autodata.ru](http://www.autodata.ru) - Интернет-магазин литературы по ремонту автомобилей

Так как работа CVT трансмиссии основана на эффекте трения , то функционирование последней приводит к большому выделению тепла – а следовательно к потерям . Разработчики решили серьезно снизить потери в CVT 2 , для этого :

- применены новые материалы при изготовлении шкивов , более высокопрочная сталь , которая позволила снизить толщину стенок шкивов. Шкивы стали легче , меньше момент инерции .
- существенно повышена чистота поверхности шкивов , в т.ч и внутренних полостей , это позволило уменьшить зазоры в подвижных соединениях шкива. Для этого на рабочую поверхность в вакуумной камере напыляют тонкий высокопрочный слой покрытия.
- подобраны новые пары трения в уплотнительных кольцах и муфтах , совместно с повышенной точностью сопряжения деталей . Это привело к созданию однопоршневого ведущего шкива .

**Фото.1 Ведущий шкив CVT-1 двухпоршневой.**



В RE0F06A ведущий шкив имел двух поршневую конструкцию . На фото 1 видно внутренний поршень и уплотнительное кольцо . Внешний поршень был реализован в наружном барабане шкива. Учитывая не высокую точность обработки поверхностей существовали большие потери из-за негерметичности поршней . Приходилось увеличивать производительность насоса , хотя площадь двух поршней была больше и при одинаковом внутреннем давлении на двухпоршневом шкиве выше усилие сжатия сегментов ремня в сравнении с однопоршневым шкивом.

- полностью изменена конструкция масляного насоса ( Рис.2 )– он стал лопастным и вместе с редукционным клапаном перенесен в поддон. Это позволило снизить его размеры , а размещение в поддоне – снизить насосные потери тем самым увеличив его эффективность. Для этого канал редукционного клапана совмещен с приемным каналом.

[www.autodata-online.ru](http://www.autodata-online.ru) - База данных по ремонту и диагностике автомобилей

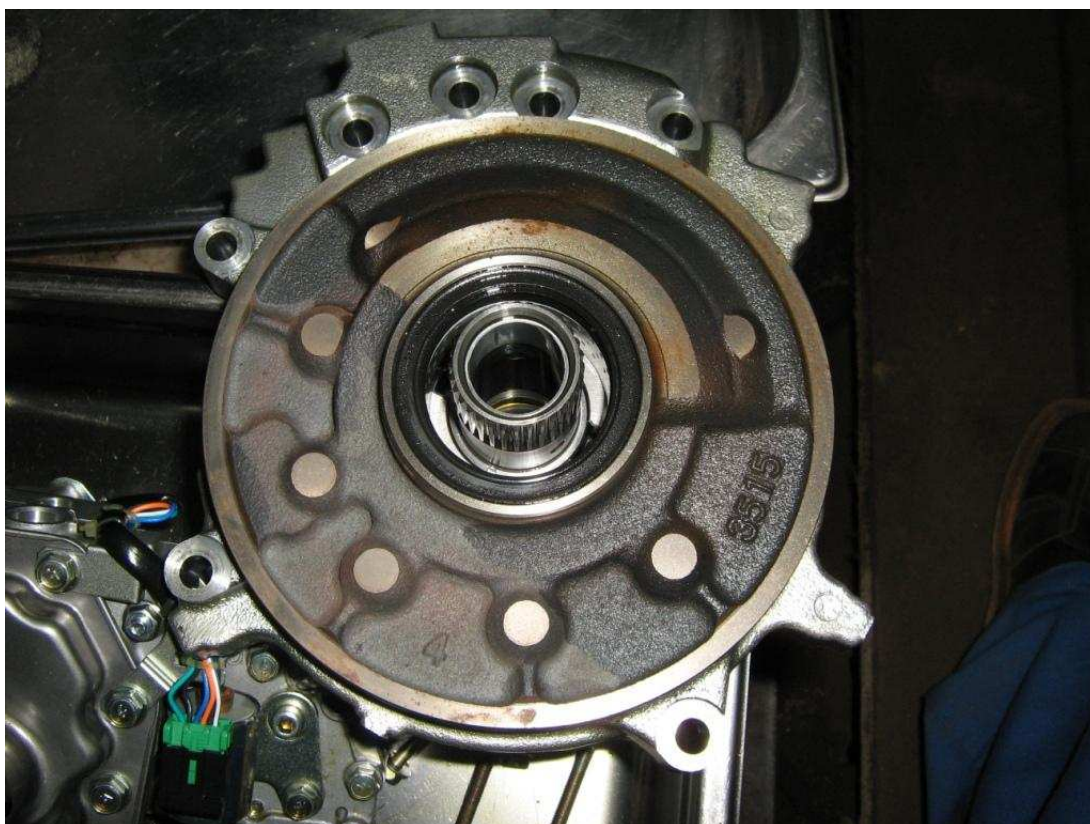
[www.motordata.ru](http://www.motordata.ru) - Интерактивная база данных по диагностике автомобилей

[www.autodata.ru](http://www.autodata.ru) - Интернет-магазин литературы по ремонту автомобилей

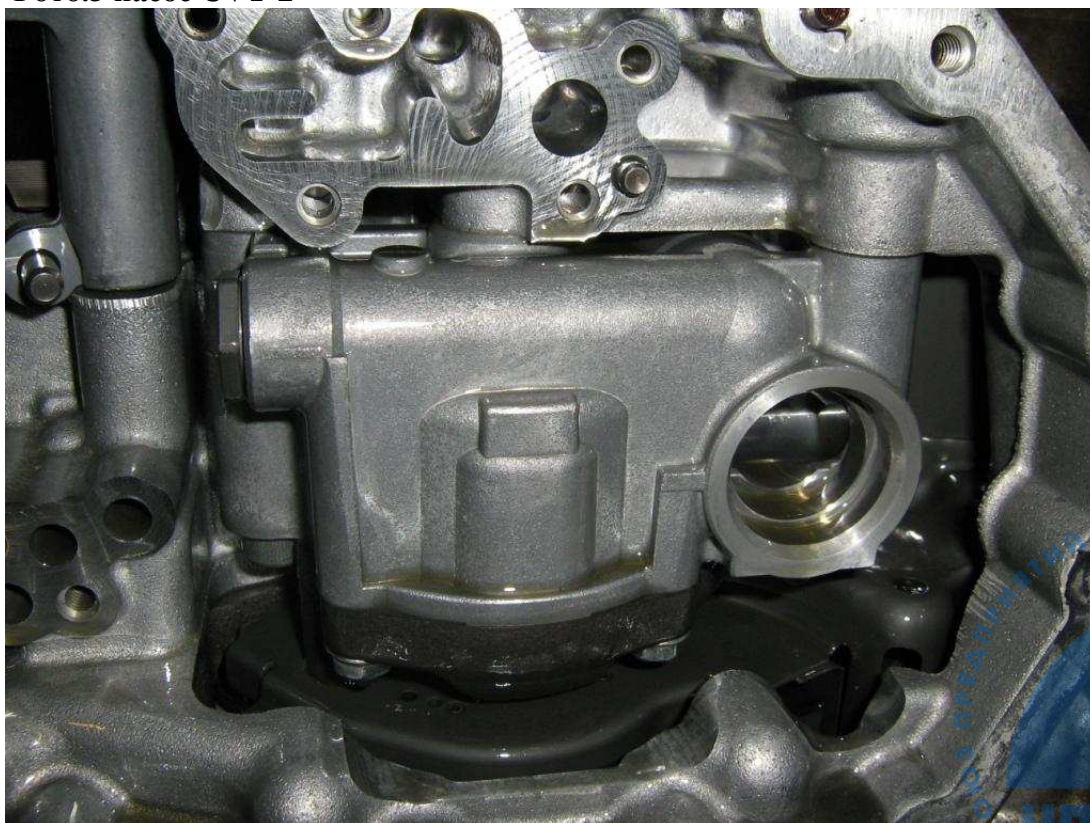


Такая конструкция снижает шум насоса , увеличивает эффективность на высоких скоростях. Уменьшается общая длина трансмиссии. Для привода насоса используется отдельная цепь. Фото.3

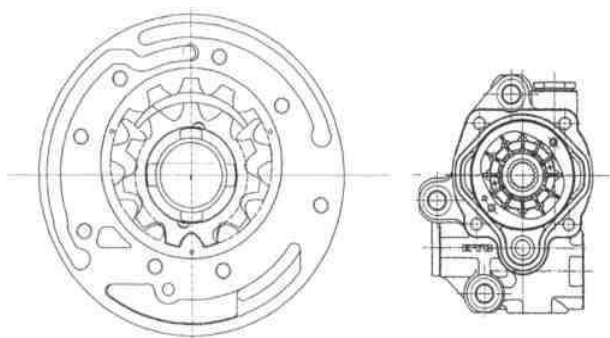
**Фото 2. Насос CVT-1**



**Фото.3 насос CVT-2**

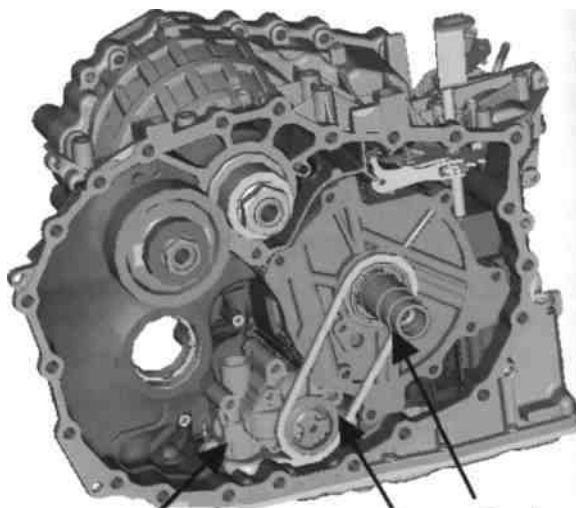


**Рис.2 Слева насос CVT-1 , справа CVT-2**



При работе CVT большие объемы рабочей жидкости закачиваются в шкив очень быстро и также быстро должны стечь из полостей . В процессе частого разгона – торможения это лишние насосные и кинетические потери . Большая производительность на низких оборотах , необходимая для быстрого наполнения шкивов не нужна на больших оборотах или статическом режиме движения , когда объемы уравновешены . Следовательно высокопроизводительный насос большую часть времени просто работает в холостую , создавая лишние потери и нагревая рабочую жидкость , но низкопроизводительный насос не обеспечит начальной динамики набора давления на малых оборотах. Конструкция насоса CVT 2 выбрана с оптимальной производительностью .

**Рис.3 Размещение и привод насоса цепью CVT-2**



- заменены подшипники на шариковые как менее шумные и минимизации трения
- для улучшения работы пары ремень – шкив и уменьшения шума подшипники валов разнесены : один на шкиве , один в корпусе. ( в Нурер CVT – оба подшипника были на шкиве )

**Фото 4 Размещение подшипника вала в корпусе**







- уменьшен механизм планетарной передачи forward – reverse , и за счет переноса насоса уменьшена общая длина трансмиссии
- установлен сепаратор масла в полости шестерни дифференциала. Уменьшаются потери на трение , нагрев масла и его вспенивание на высоких скоростях. Сечения сепаратора подобрано таким образом , что с ростом оборотов уровень масла понижается в районе рабочей поверхности шестерни дифференциала , но не ниже заданного минимального .
- в целом, примененные меры позволили, по заявлению разработчиков, снизить потери на трение на 30 % в сравнении с CVT 1 .

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ДАВЛЕНИЯ**

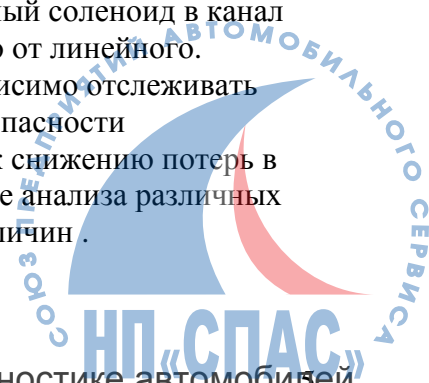
В связи с переходом на однопоршневой ведущий шкив пришлось повысить давление в нем , а это привело к увеличению потерь . Так как в RE0F06A линейное давление никак не контролировалось , что приводило к лишним кинетическим потерям, в CVT 2 введена жесткая обратная связь по давлению , кроме этого давление в шкивах стало регулироваться независимо. Для реализации этого добавили линейный соленоид в канал вторичного шкива , давление в котором контролируется независимо от линейного. Электронные датчики давления высокой точности позволяют независимо отслеживать давление в шкивах и понижать его до минимально требуемого без опасности проскальзывания ремня на шкивах. Снижение давления приводит к снижению потерь в CVT . Многочисленные стендовые и дорожные испытания на основе анализа различных условий движения позволили снизить давление до оптимальных величин .

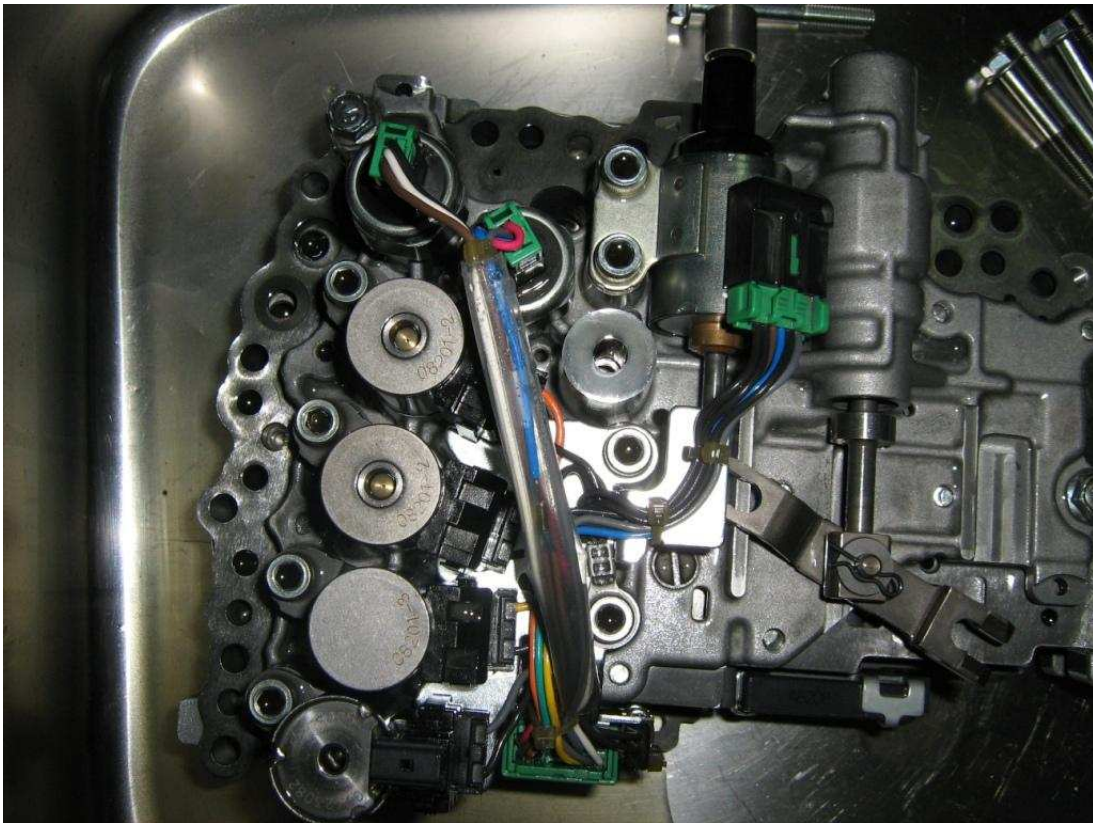
### **Фото 5 Гидравлический блок управления.**

[www.autodata-online.ru](http://www.autodata-online.ru) - База данных по ремонту и диагностике автомобилей

[www.motordata.ru](http://www.motordata.ru) - Интерактивная база данных по диагностике автомобилей

[www.autodata.ru](http://www.autodata.ru) - Интернет-магазин литературы по ремонту автомобилей





## РАСШИРЕНИЕ ДИАПАЗОНА БЛОКИРОВКИ ГИДРОТРАНСФОРМАТОРА

Одним из эффективных способов экономии топлива является блокировка гидротрансформатора. Как говорилось раньше – в режиме гидротрансформатора КПД его не превышает 80 %, когда гидротрансформатор ( ГТ ) переходит в режим гидромuffты - то КПД стремится к 95 %, только при полной блокировке ГТ его КПД будет близко к 99 % . Разница – это кинетические , насосные и тепловые потери. Блокировка ГТ позволяет существенно снизить их , особенно если она происходит как можно раньше. Но на малых скоростях блокировка ГТ может привести к толчкам и шумам из-за неравномерной работы двигателя на малых оборотах. На это, в основном , жаловались владельцы CVT 1 с моторами SR20 с механическим приводом дросселя и QR20 с электронным дросселем , у кого не адаптированы обороты . В CVT 2 введена двухступенчатая блокировка ГТ – скольжения и полная . Два соленоиды управляют этими режимами. Давление блокировки контролируется по уровню минимально необходимого проскальзывания в соответствии с крутящим моментом от двигателя. Это улучшает реагирование блокировкой на тот случай , когда водитель резко тормозит , так как расширяет диапазон блокировки и диапазон топливной отсечки двигателя . Одноступенчатая полная блокировка CVT 1 приводила к ощутимому толчку при размыкании ГТ на скорости 20 км.ч и неравномерному замедлению. На моторе с механическим дросселем это усугублялось ранней отсечкой и реакцией системы холостого хода двигателя .

## УЛУЧШЕНИЕ РАЗГОННОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ

За счет уменьшения объема масла в шкивах ( внутренних камерах ) и повышении эффективности насоса , а также переделки схемы гидравлики , управления итд, общая реакция существенно улучшена . Точность поддержания давления и его стабильность позволяют переключаться быстро и стабильно без потери момента двигателя.

[www.autodata-online.ru](http://www.autodata-online.ru) - База данных по ремонту и диагностике автомобилей

[www.motordata.ru](http://www.motordata.ru) - Интерактивная база данных по диагностике автомобилей

[www.autodata.ru](http://www.autodata.ru) - Интернет-магазин литературы по ремонту автомобилей





Улучшение времени отклика сделало возможным улучшить характеристику ускорения и повысить чувство ускорения. Эти, как казалось бы, два одинаковых момента рассматриваются разработчиками по-разному. Опрос водителей показал, что они необъективно оценивают ускорение машины, так как в CVT 1 в начальный момент движения обороты двигателя были низкими. В процессе разгона обороты двигателя фиксируются на определенном уровне, а скорость набирается за счет изменения передаточных чисел CVT. У владельцев возникало чувство недостаточного ускорения в силу привычки со ступенчатыми АКПП, где обороты двигателя пропорционально растут скорости авто. Иными словами владельцам не хватало шума двигателя на разгоне, но не фиксированного а пропорционального скорости. Но изначально разработка CVT преследует другие цели, и на первом месте стоит экология, экономичность, снижение шума. Это никак не вяжется с высокими оборотами двигателя. Поэтому было проведено большое количество тестовых поездок и настроен алгоритм переключения таким образом, чтобы у водителя сохранилось чувство высокого ускорения. Это достигнуто снижением задержки реакции автомобиля на педаль акселератора с низких скоростей изменением программы управления. Более резкое изменение передаточных чисел потребовало изменить сечение каналов и плунжеров, например на CVT -1 форма плунжера была выбрана для плавного сброса-набора давления в ведущем шкиве за счет конусных краев. Форма плунжера CVT-2 не допускает утечки в канале и при сбросе-наборе давления мгновенно открывает канал.

**Фото 6 Серволинки изменения передаточных чисел CVT -2 и CVT – 1**



**Фото 7. CVT -1 сечение плунжера**



[www.autodata-online.ru](http://www.autodata-online.ru) - База данных по ремонту и диагностике автомобилей

[www.motordata.ru](http://www.motordata.ru) - Интерактивная база данных по диагностике автомобилей

[www.autodata.ru](http://www.autodata.ru) - Интернет-магазин литературы по ремонту автомобилей



Фото 8 CVT-2 сечение плунжера.



[www.autodata-online.ru](http://www.autodata-online.ru) - База данных по ремонту и диагностике автомобилей

[www.motordata.ru](http://www.motordata.ru) - Интерактивная база данных по диагностике автомобилей

[www.autodata.ru](http://www.autodata.ru) - Интернет-магазин литературы по ремонту автомобилей

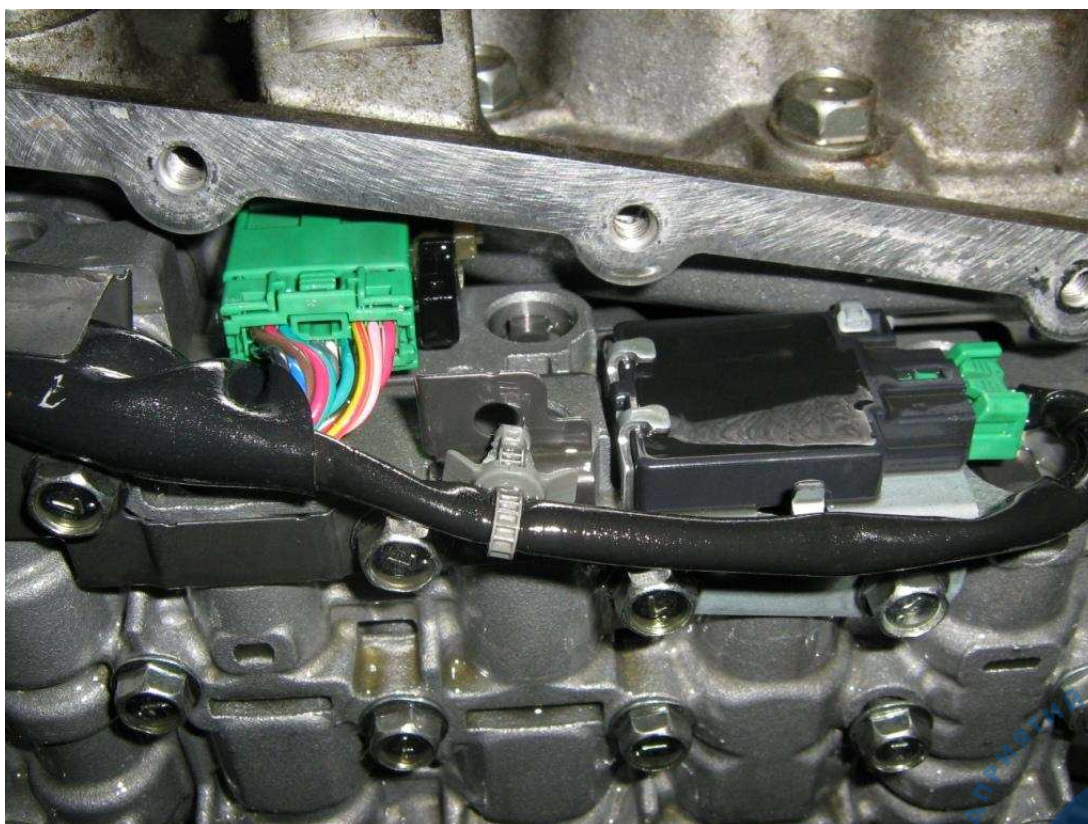


## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ

В новом типе CVT применен более мощный процессор обработки данных . Блок управления трансмиссией выделен в отдельный блок , который обрабатывает данные , обмениваясь информацией с другими блоками по высокоскоростной шине CAN. Так называемые переходы ( виртуальные передаточные числа ), по которым происходит расчет траектории ремня на шкивах , существенно расширены . Количество переходов увеличено , а расчет траектории намного ускорен. Блок хранит больше точек переходов, что позволяет рассчитывать и выбирать более оптимальные передаточные числа в большем диапазоне скоростей и нагрузок. Для этого типа трансмиссии разработан новый тип двигателя – MR20DE. В сочетании с электронным дросселем и системой изменения фаз газораспределения при меньшей мощности он обладает более высоким крутящим моментом на низких и средних оборотах . Такое управление дросселем позволяет избежать ударных нагрузок на трансмиссию и ввести электронную защиту от перегрузки , за счет ограничения момента двигателя по сигналам от блока управления CVT .

Блок гидравлического управления для точного управления содержит энергонезависимую память ROM в отдельном блоке , в котором хранятся калибровочные характеристики механических узлов гидроблока – такие как жесткость пружин итд , характерные для каждого блока индивидуально. При настройке блока эти корректирующие величины записываются в ROM каждого блока и подлежат загрузке в электронный блок управления при замене CVT или ее ремонте .

**Фото 9 . блок ROM**



## КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ

Много внимания уделено улучшению крепления трансмиссии и ударопрочности. В креплении уделено внимание новому подвесу, подушкам CVT, подушкам двигателя, их вибростойкости и передаче вибраций на кузов. Изменен подрамник, теперь силовой агрегат и трансмиссия закреплены на подрамнике, который в свою очередь крепится к кузову. За счет уменьшения длины агрегата удалось уменьшить радиус поворота автомобиля.

Все конструктивные изменения предназначены для получения максимальных характеристик в комфорте движения, экономичности, снижению шума и улучшению токсичности выхлопа. Снижение норм выбросов – одна из самых первоочередных задач современных автомобилестроителей. Внедрение CVT трансмиссий – одна из таких возможностей. Но какие бы новшества не разрабатывались и внедрялись – основной проблемой остается водитель, управляющий этим автомобилем. Не грамотность и не понимание работы систем современного авто водителем – самая главная проблема, против которой бессильна любая электроника. Поэтому, для реализации возможностей современного автомобиля, та же компания NISSAN разработала программу повышения квалификации водителя. Для этого отобраны на начальном этапе водители и тестовые машины, оборудованные дополнительными информационными дисплеями, на которых выводится информация в процессе движения, указывающая водителю на его ошибки. Конечно – это не дорожные знаки и разметка. Это именно стиль или манера вождения, и влияние этого на расход топлива и токсичность выхлопа. По результатам будет разработана школа обучения водительскому мастерству – для тех, у кого состояние педали газа не ограничивается только одним положением – полностью нажата. Таких там быстро высаживают пользоваться общественным транспортом без права управления в дальнейшем. Остальные водители будут управлять современными авто, учитывая безопасность и экологические нормы.

Слово “ВАРИАТОР” или CVT у российских авто владельцев получило некоторую негативную характеристику, наверно также как и по началу ступенчатая автоматическая трансмиссия перед ручной коробкой передач. Теперь, спустя десяток лет, машина на “механике” почти не продаваемая в крупных городах из-за сложности и нудности управления в пробках – а это неизбежный спутник современного движения в городах. Все хотят автоматическую коробку передач. Наверно нужно еще столько же лет, чтобы водители поняли преимущество CVT перед ступенчатым автоматом и научились ей пользоваться правильно, а не как попало. На это рассчитывают изготовители авто, разрабатывая программы обучения водителей. На это они рассчитывают – внедряя CVT в свой модельный ряд, например только CVT -2 как базовая модель поставляется на следующих авто:

NISSAN LAFESTA, SERENA, BLUEBIRD SYLPHY, DUALIS, X-TRAIL

MITSUBISHI OUTLANDER, DELICA D:5 GARANT FORTIS, RVR

SUZUKI KIZASHI, LANDY

RENAULT KOLEOS

CHRYSLER DODGE CALIBER, JEEP COMPASS, JEEP PATRIOT



[www.autodata-online.ru](http://www.autodata-online.ru) - База данных по ремонту и диагностике автомобилей

[www.motordata.ru](http://www.motordata.ru) - Интерактивная база данных по диагностике автомобилей

[www.autodata.ru](http://www.autodata.ru) - Интернет-магазин литературы по ремонту автомобилей



И это далеко не полный перечень фирм и моделей , у любого изготовителя на сегодня уже есть несколько моделей с CVT трансмиссией . Это значит , что в ближайшем будущем их ассортимент только вырастет.

## **ГАДЖИЕВ АРИД ОМАРОВИЧ**

<http://www.skylineservice.ru/>

**Телефоны: +7 (495) 798-2859, +7 (926) 525-6300**

**Адрес: Шмитовский проезд, 39**

**E-mail: [arid77@mail.ru](mailto:arid77@mail.ru)**



[www.autodata-online.ru](http://www.autodata-online.ru) - База данных по ремонту и диагностике автомобилей

[www.motordata.ru](http://www.motordata.ru) - Интерактивная база данных по диагностике автомобилей

[www.autodata.ru](http://www.autodata.ru) - Интернет-магазин литературы по ремонту автомобилей