

ВАРИАТОР

CVT –

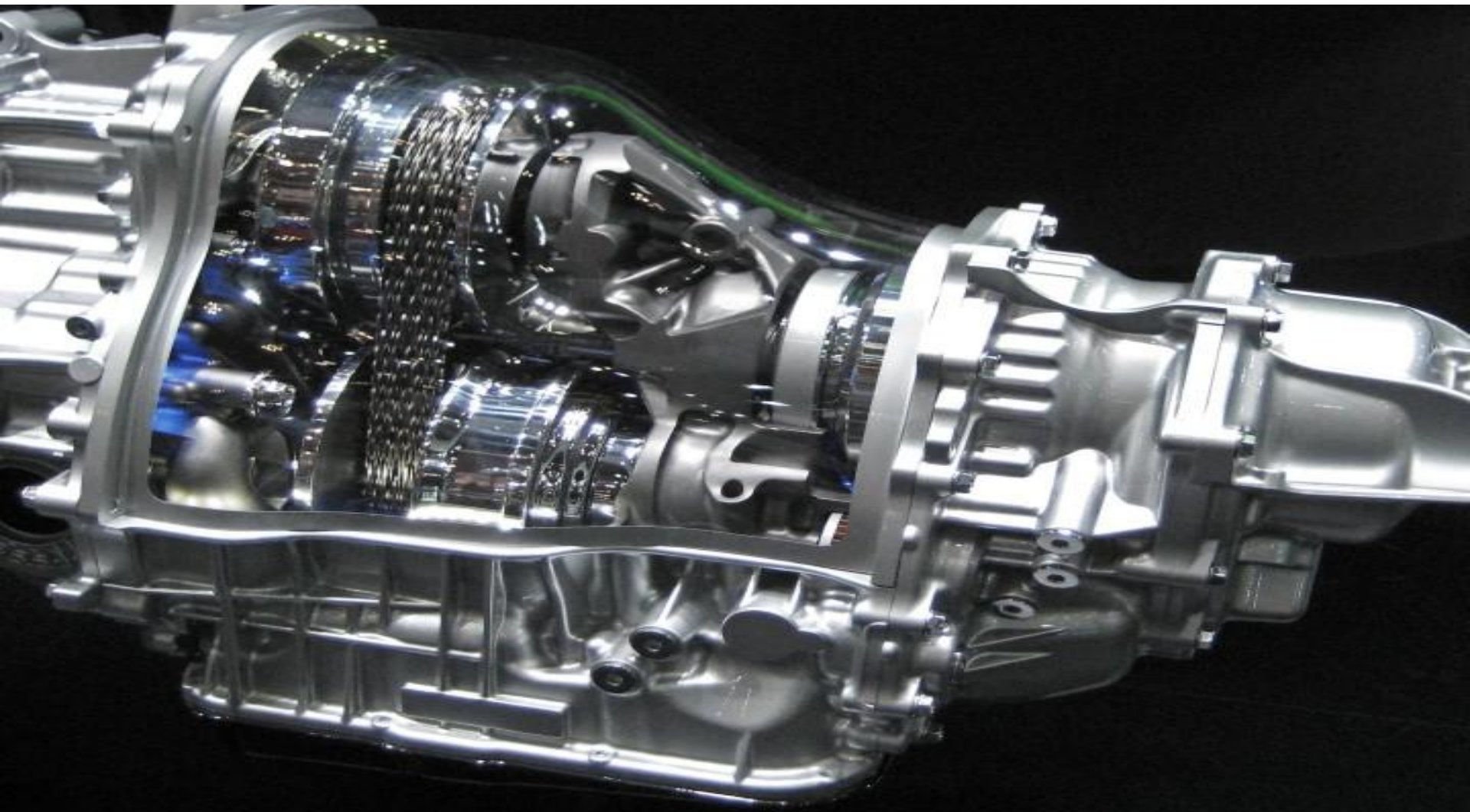
Continuously Variable Transmission

(в переводе – постоянно изменяющаяся трансмиссия)

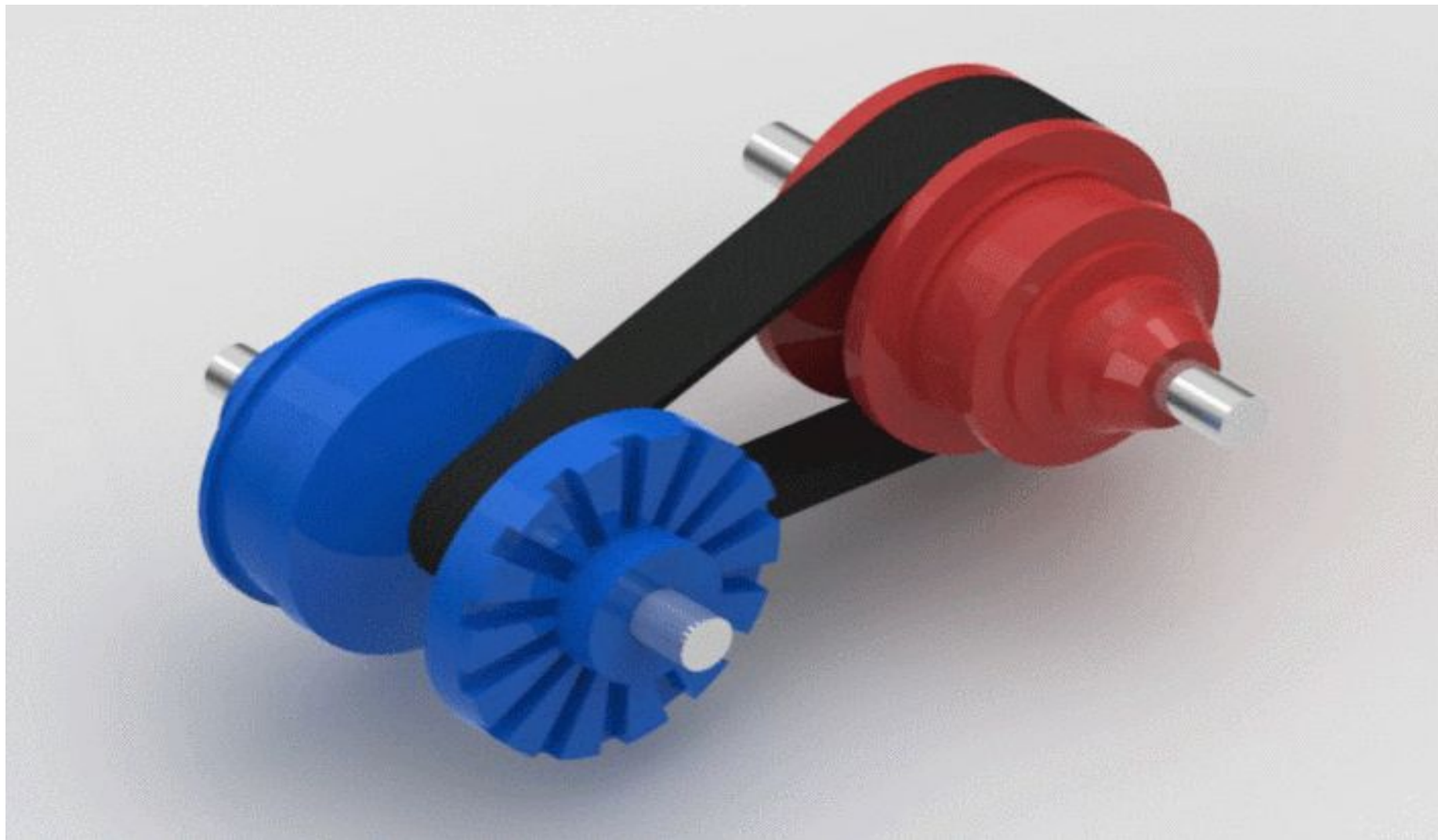
Вариатор (обиходное название – *вариаторная коробка передач*) является бесступенчатой коробкой передач, т.е. обеспечивает в заданном диапазоне плавное изменение передаточного числа



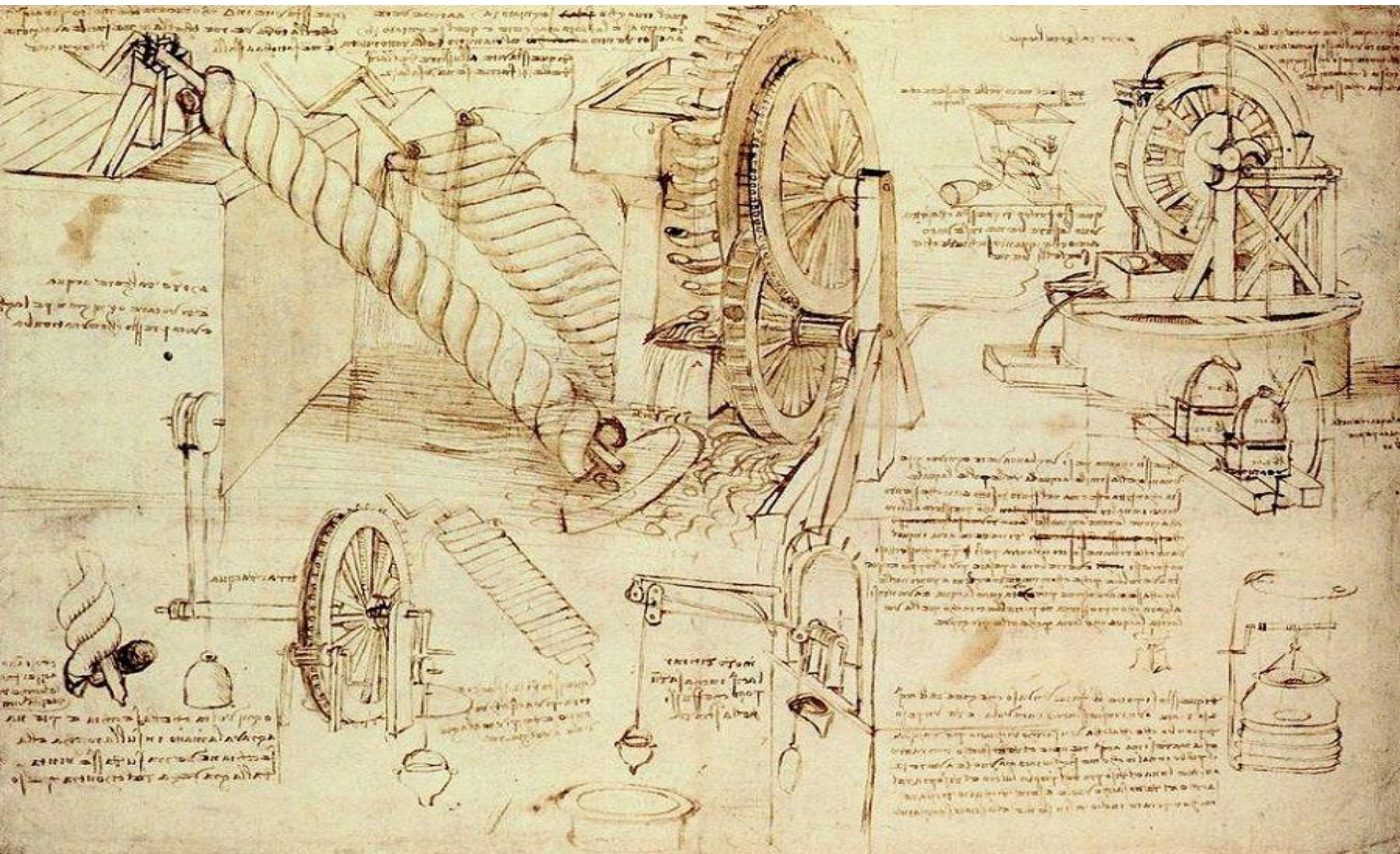
Вариаторная коробка передач имеет общепризнанное название (аббревиатуру) CVT – Continuously Variable Transmission (в переводе – постоянно изменяющаяся трансмиссия).



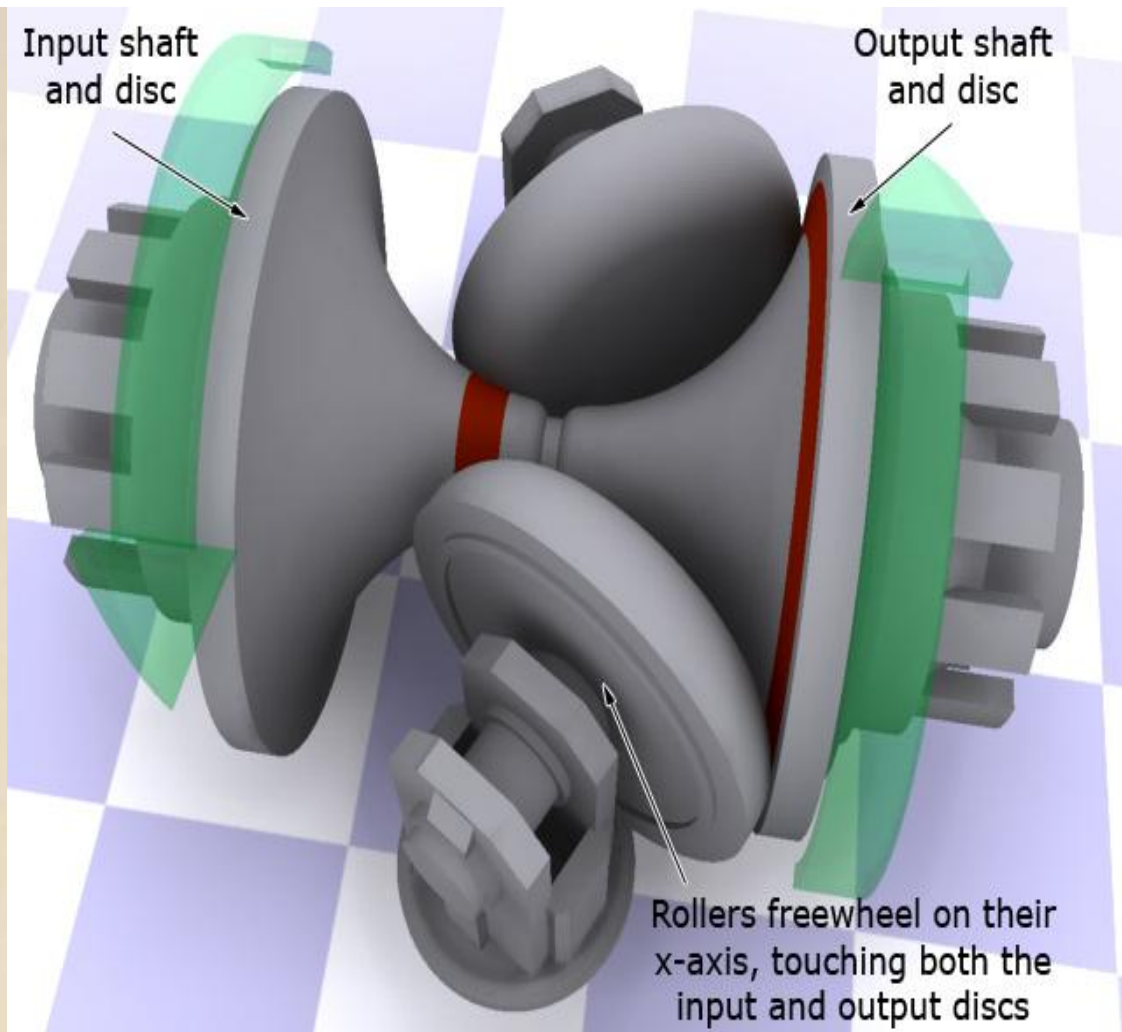
Хронология инноваций в вариаторе



1490 - да Винчи показал общественности свои эскизы бесступенчатой трансмиссии (к автомобилям она, разумеется, не имела в то время никакого отношения).



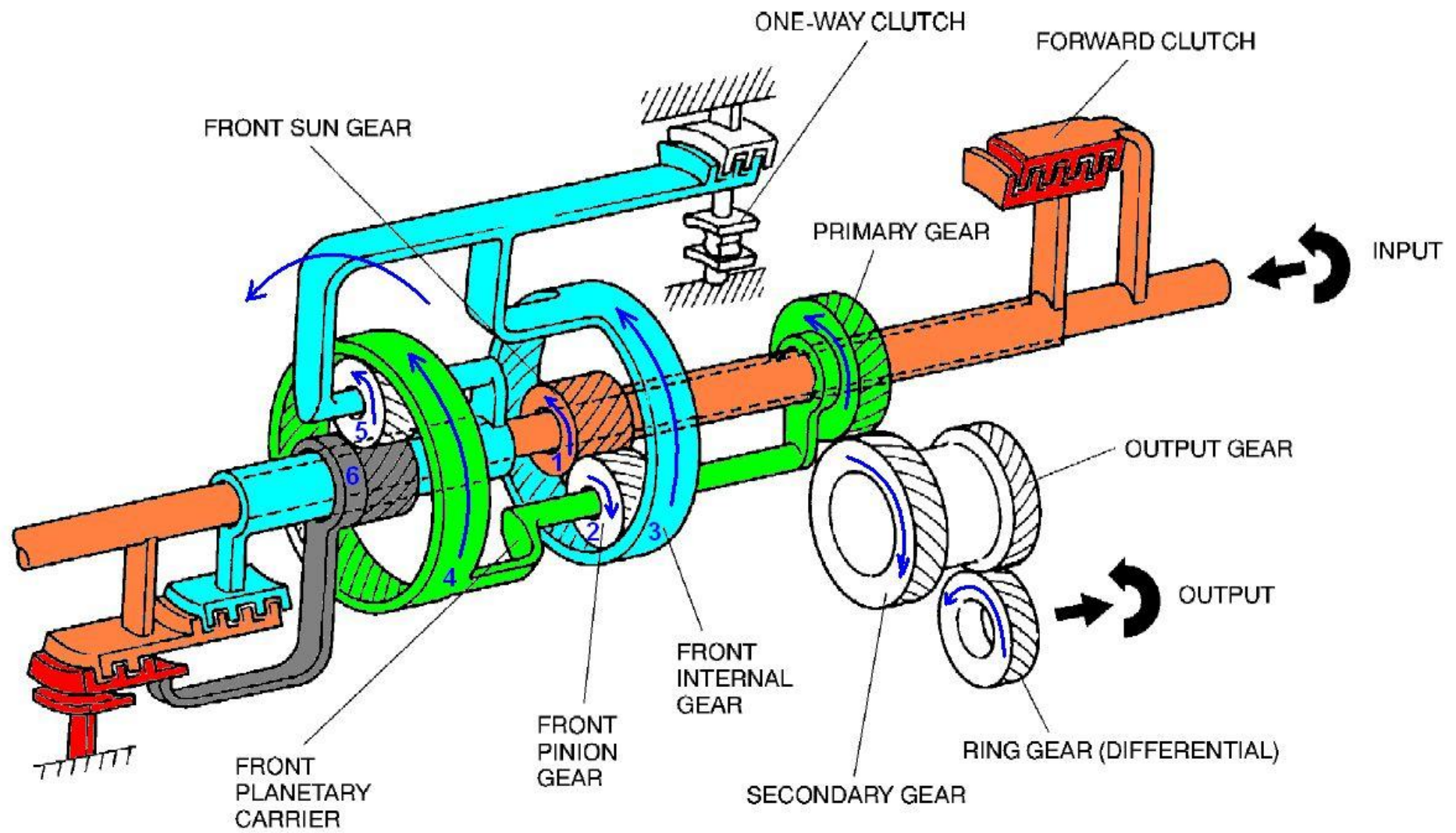
1886 - подан первый патент на тороидальную CVT



1935 - Dodge получает патент США на тороидальный вариатор.



1939 - впервые введена полностью автоматическая коробка передач на основе планетарной системы передач



1958 - Daf (Нидерланды) также начинает оснащать свои автомобили вариатором



1989 - Subaru Justy GL - первое американское производство автомобилей на вариаторах.



2002 - Saturn дебютирует с коробкой-вариатором



2002 - Российские Лады (2112) получили возможность оснащаться вариатором вместо механической КПП.

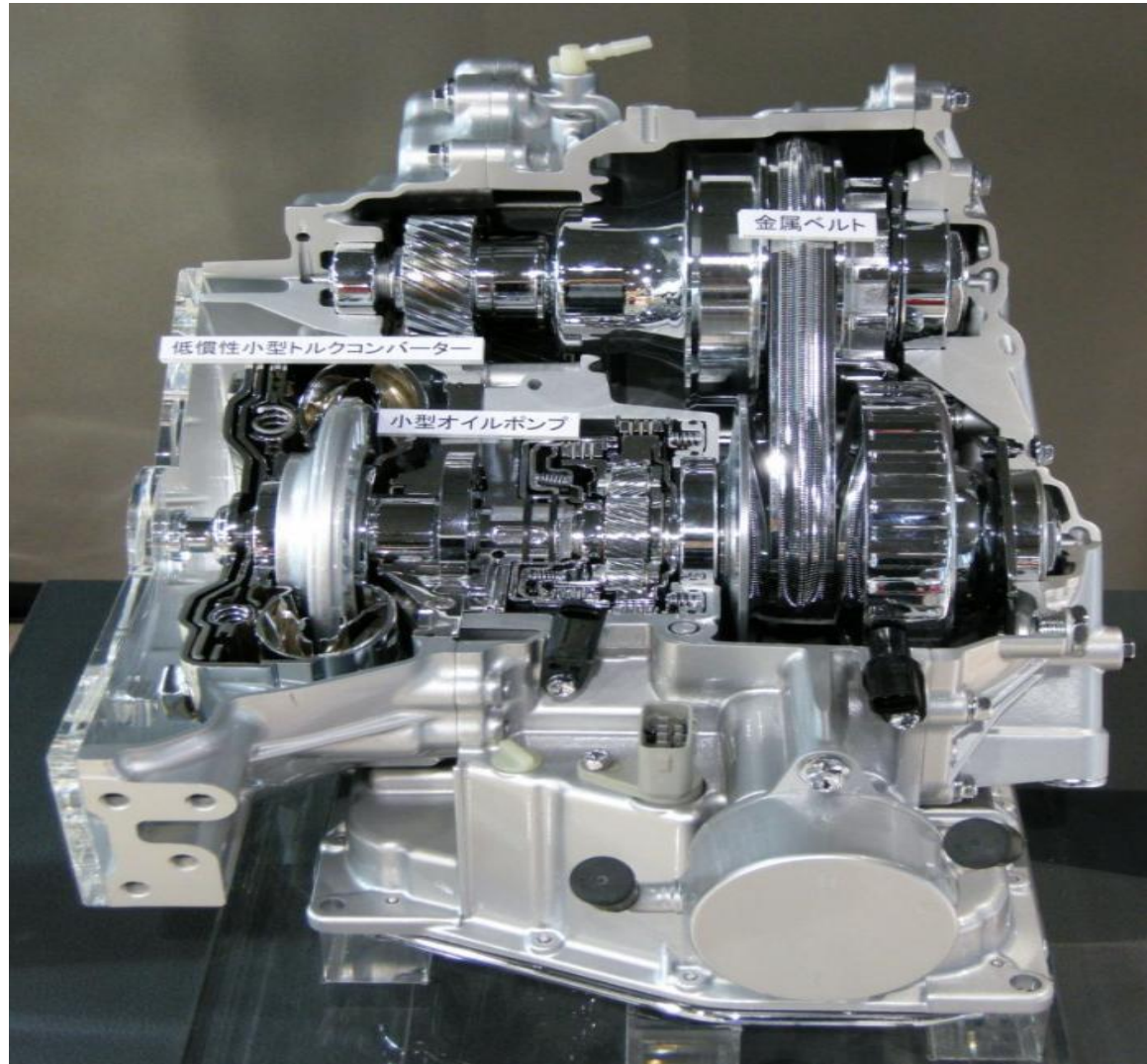


2014 - Всё большее число новых автомобилей иностранных марок оснащаются вариаторами, и доля рынка автомобилей на CVT приближается к доле таковых на автомате.



Основное преимущество вариатора по сравнению с другими коробками передач заключается в эффективном использовании мощности двигателя

- за счет оптимального согласования нагрузки на автомобиль с оборотами коленчатого вала, тем самым достигается высокая топливная экономичность. непрерывное изменение крутящего момента, отсутствие рывков обеспечивают высокий уровень комфорта при передвижении на автомобиле с вариатором.



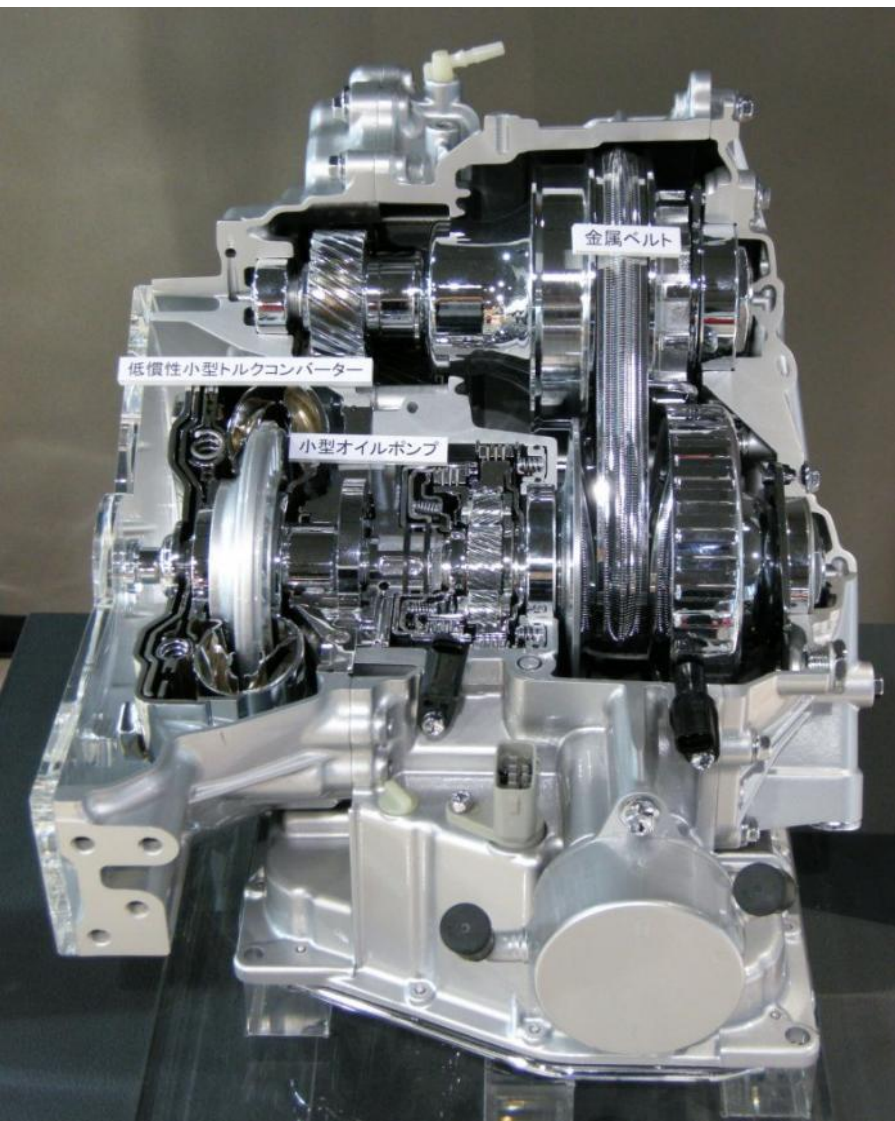
«-» ВАРИАТОРОВ



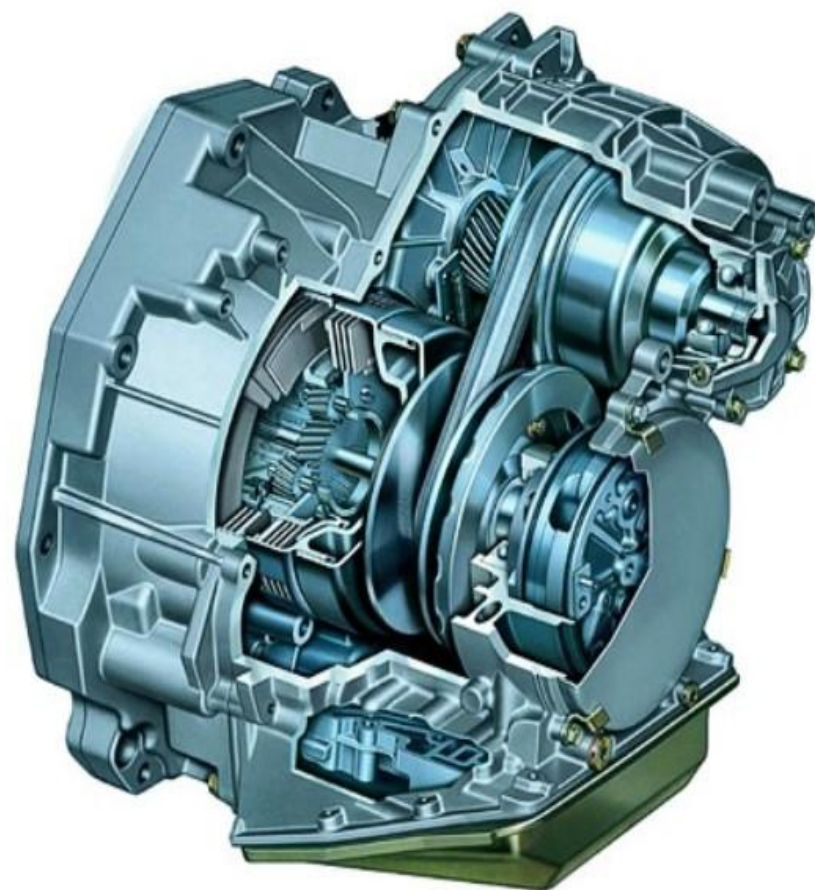
Ввиду ограничений по мощности вариаторы на сегодняшний день применяются только на легковых автомобилях, правда диапазон их использования вследствие технического прогресса постоянно расширяется..



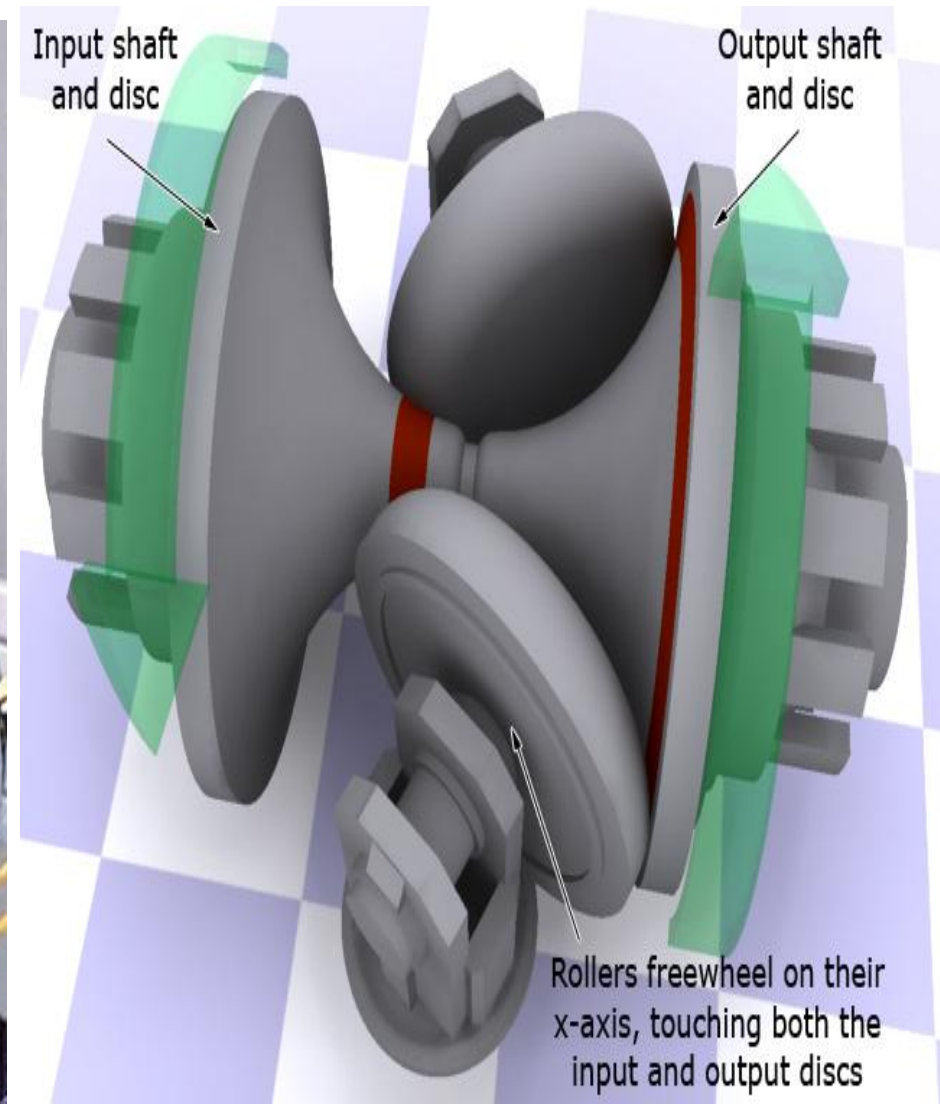
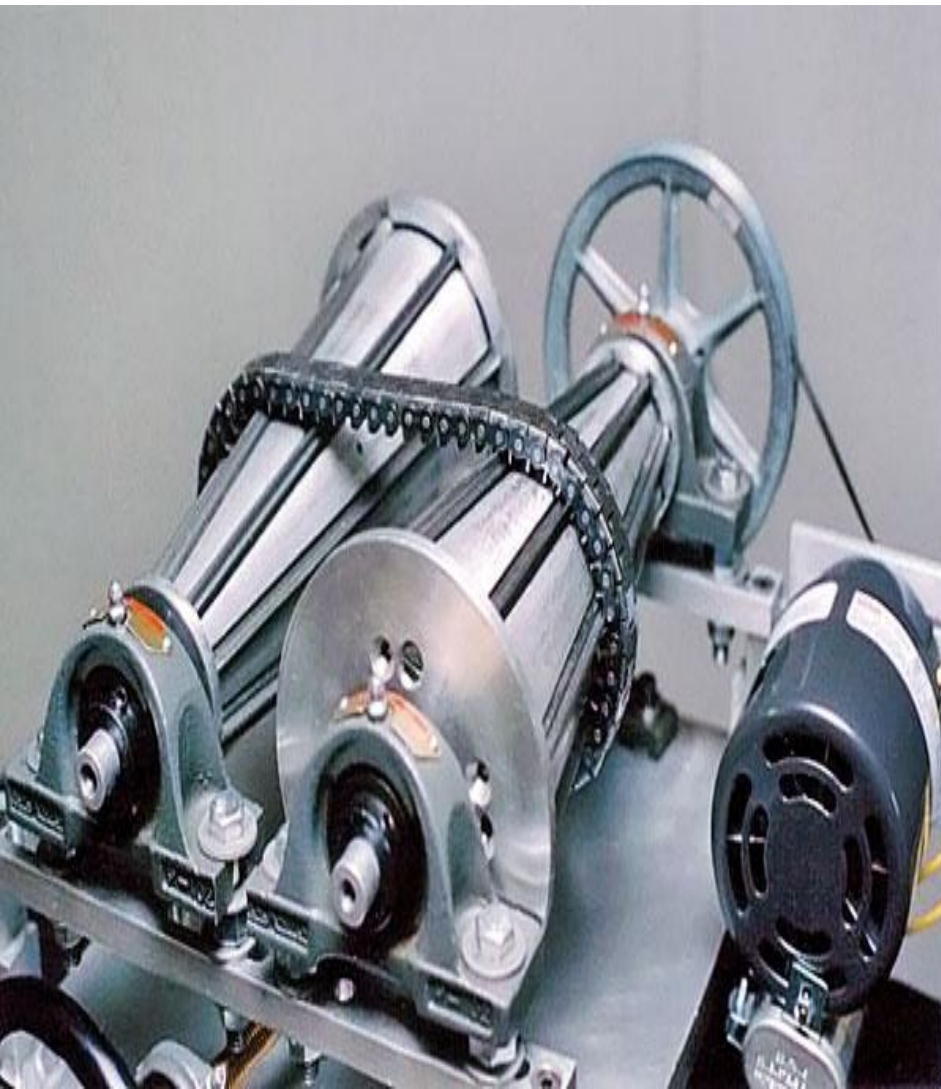
Другой минус вариаторной коробки передач заключается в достаточно высокой технической и технологической сложности конструкции



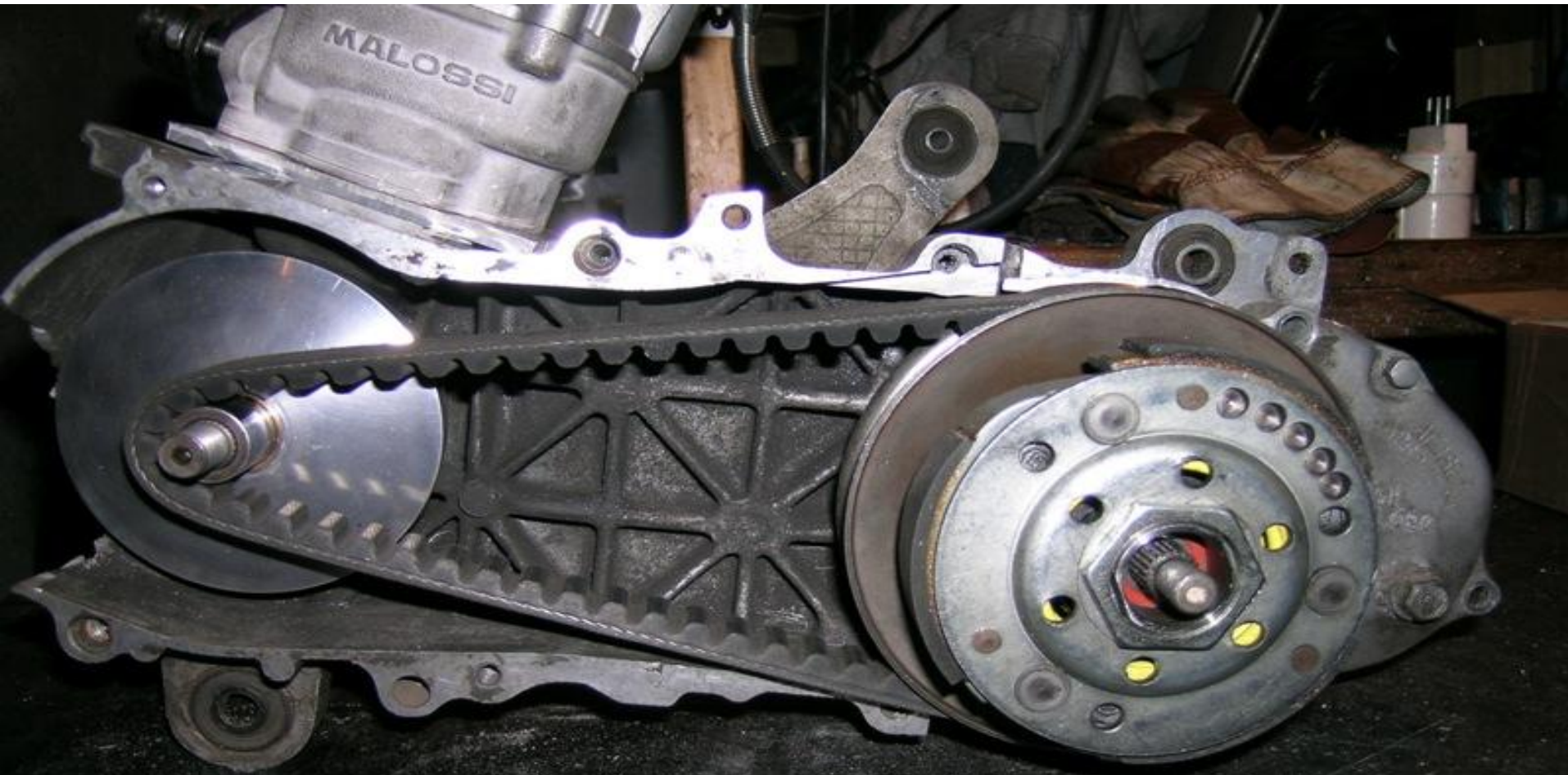
Клиноремённый вариатор MINI.



Из всего многообразия различных видов вариаторов на автомобилях
нашли применение только два - клиноременный и торoidalный
вариаторы



Наибольшее распространение получил
клиноременный вариатор.



Первый клиноременный вариатор **Variomatic** был установлен на легковой автомобиль DAF в 1959 году.



Его приемник вариатор **Transmatic** с 1984 года
устанавливался на автомобили Fiat и Ford



Его приемник вариатор **Transmatic** с 1984 года устанавливался на автомобили Ford



В настоящее время клиноременный вариатор используется многими автопроизводителями. Ряд конструкций вариаторов имеют собственные названия:



В настоящее время клиноременный вариатор используется многими автопроизводителями. Ряд конструкций вариаторов имеют собственные



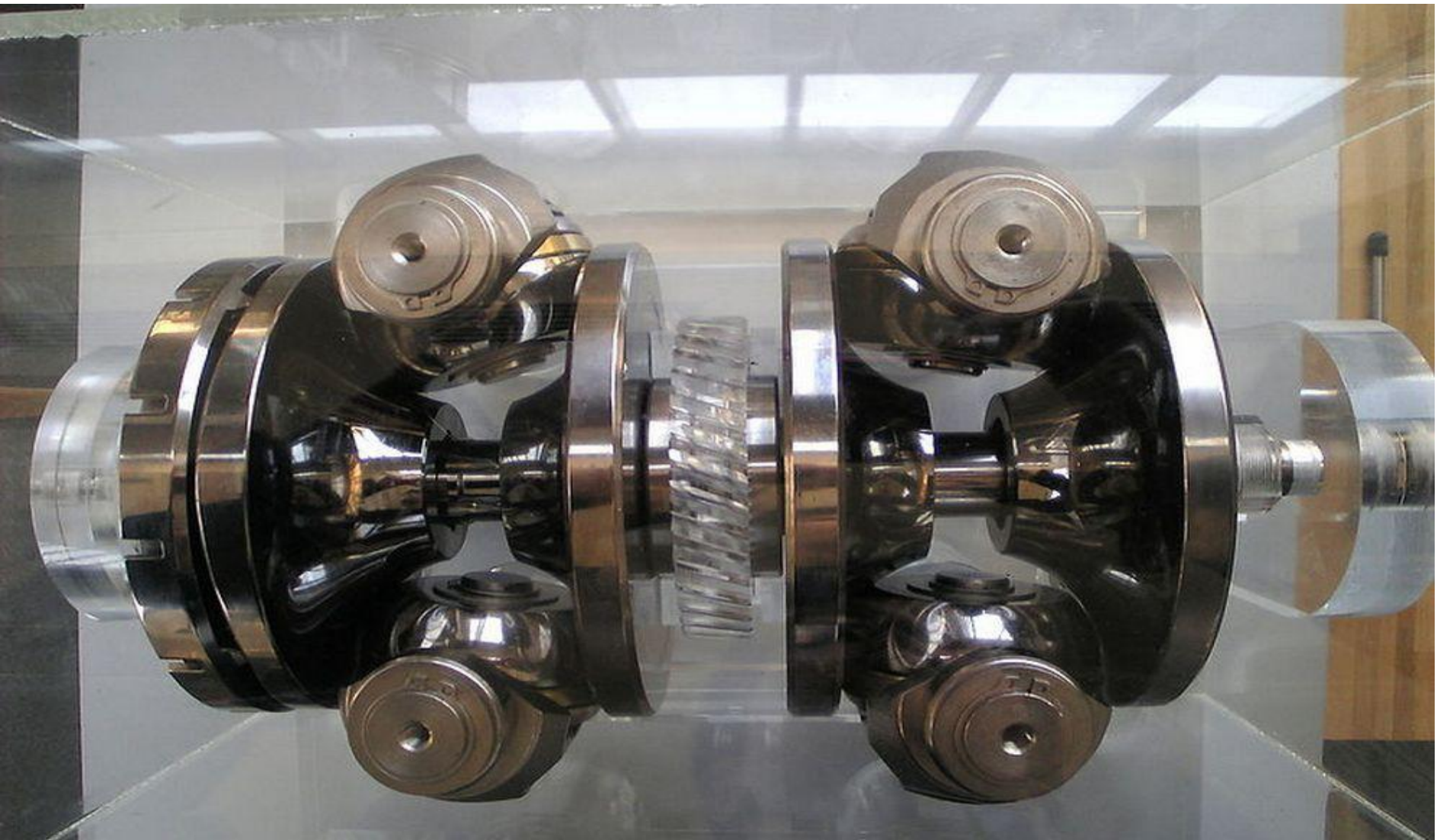
Вариаторы CVT также устанавливаются на некоторые модели автомобилей



Клиноременный вариатор удачно выписывается в трансмиссию гибридного автомобиля. Например, вариатор является элементом системы Hybrid Synergy Drive, используемой в Toyota Prius



Самым известным тороидным вариатором является вариатор **Extroid**, устанавливаемый на автомобили фирмы Nissan.



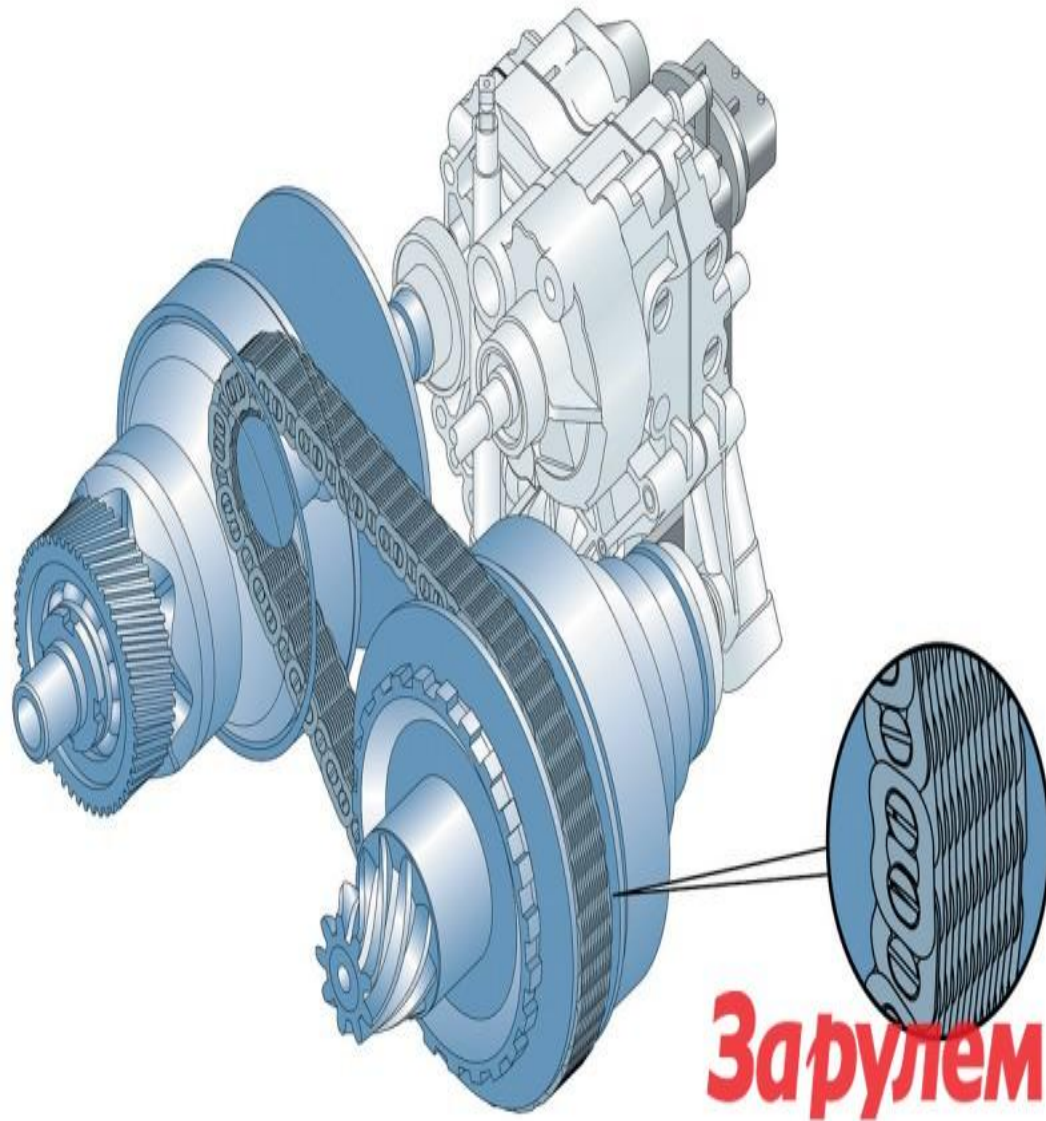
Самым известным тороидным вариатором является вариатор **Extroid**, устанавливаемый на автомобили фирмы Nissan



Устройство и работа вариатора

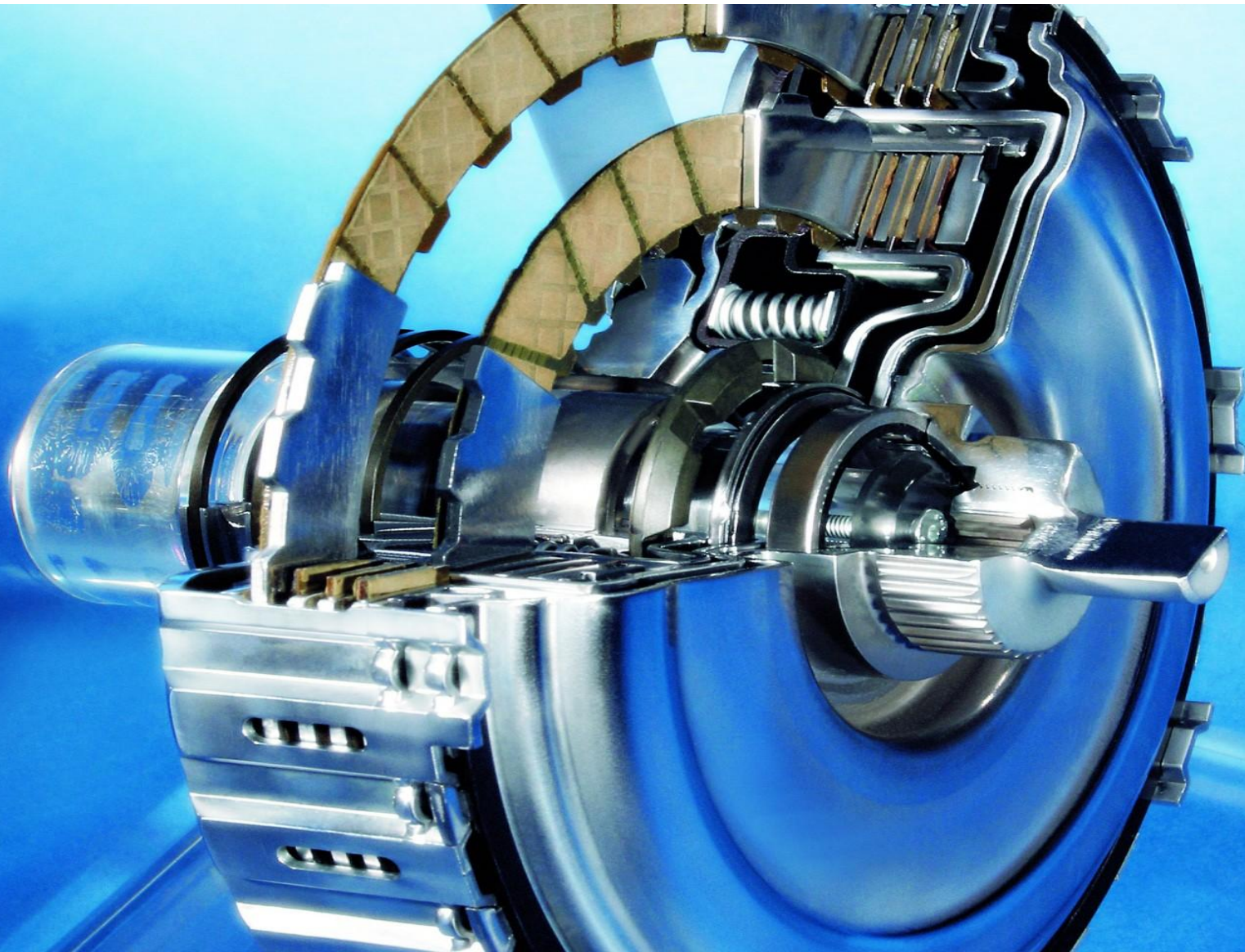


Устройство и работа вариатора

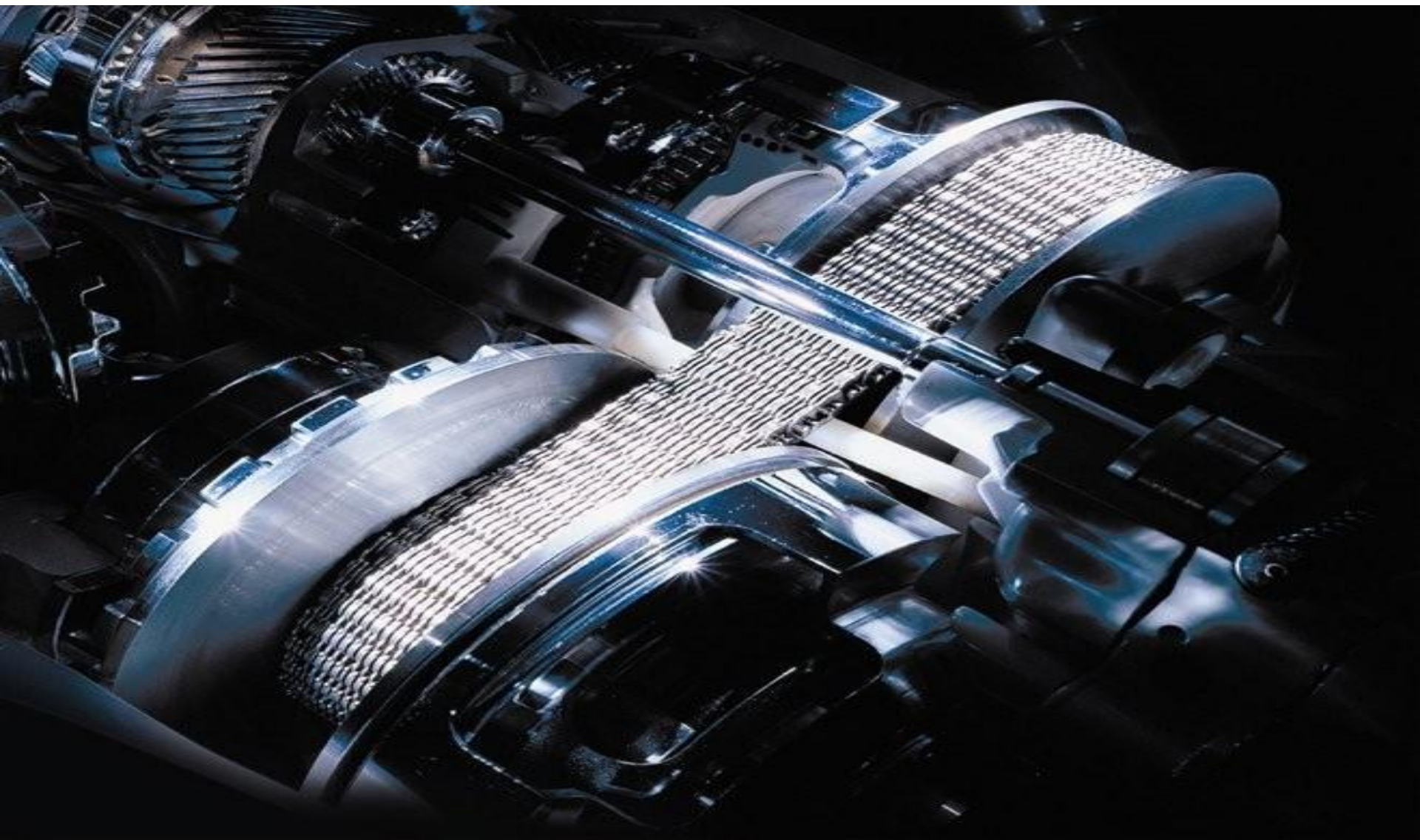


- механизм, обеспечивающий передачу крутящего момента и разъединение коробки передач от двигателя (*нейтральное положение коробки передач*);
- собственно вариатор (*вариаторная передача*);
- механизм, обеспечивающий движение задним ходом;
- система управления.

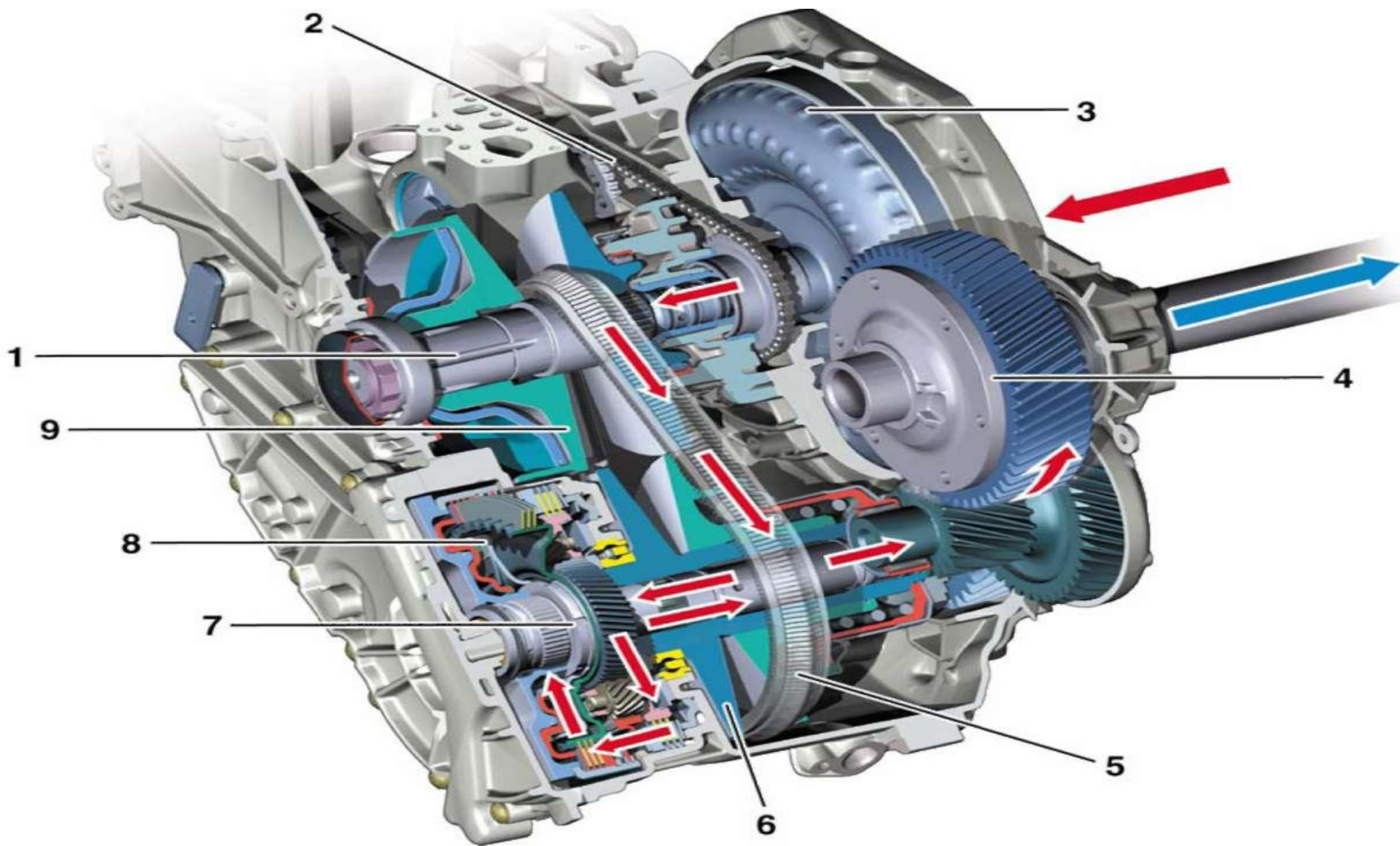
механизм, обеспечивающий передачу крутящего момента и
разъединение коробки передач от двигателя (*нейтральное
положение коробки передач*);



собственно вариатор (*вариаторная передача*);



механизм, обеспечивающий движение задним ходом;



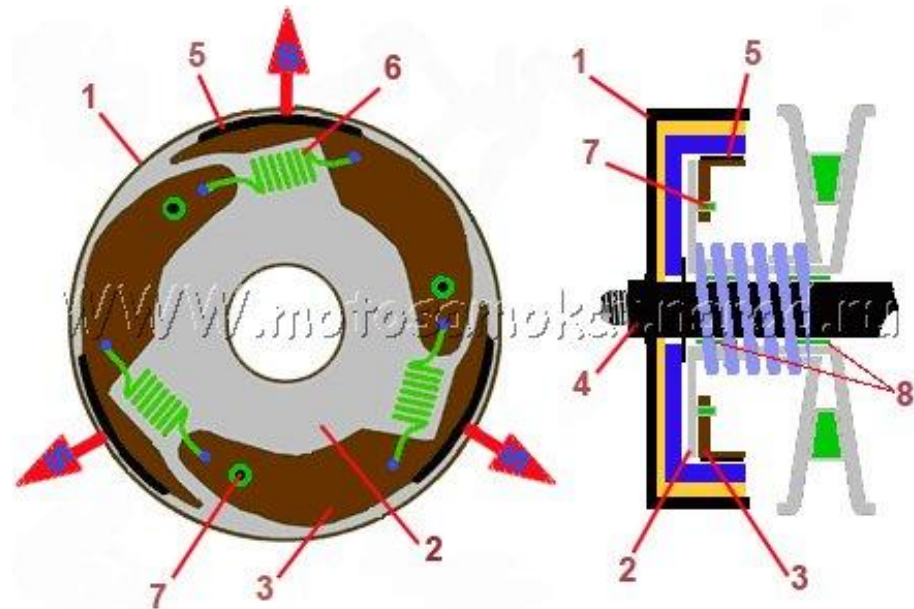
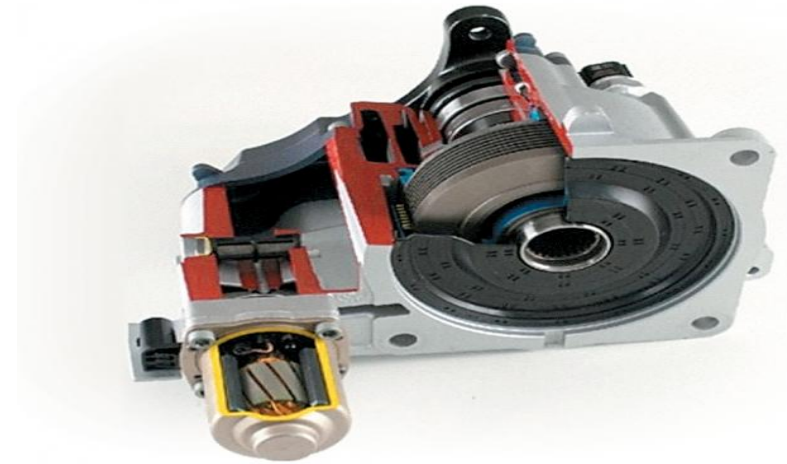
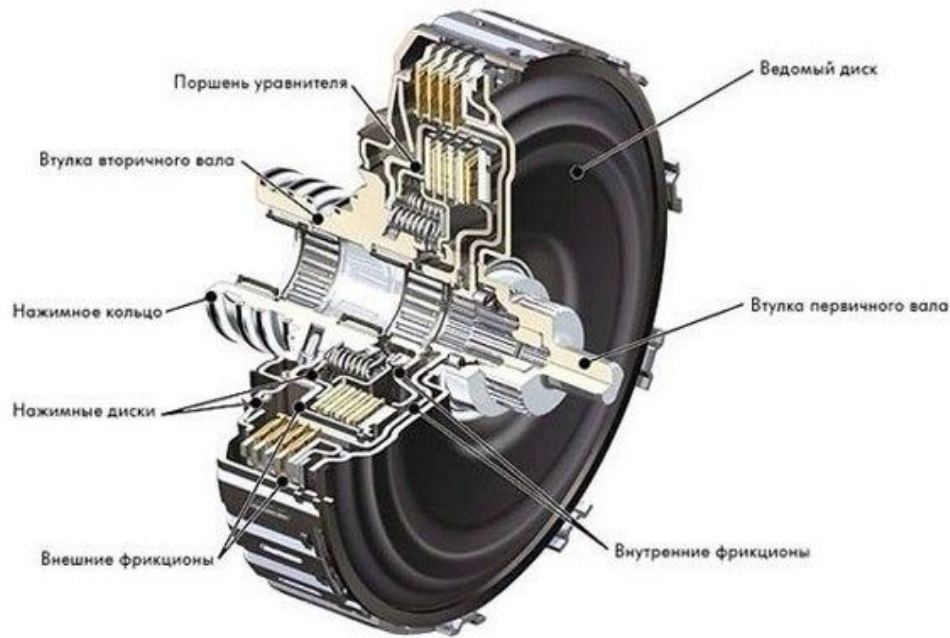
Для передачи крутящего момента и разъединения вариатора от двигателя используются следующие механизмы

- центробежное автоматическое сцепление (вариатор Transmatic);
- электромагнитное сцепление с электронным управлением (вариатор Hyper);
- МНОГОДИСКОВОЕ МОКРОЕ СЦЕПЛЕНИЕ с электронным управлением (вариаторы Multitronic, Multimatic);
- гидротрансформатор (вариаторы Autotronic, Ecotronic, Extroid, Lineartronic, Multidrive, Xtronic).



Для передачи крутящего момента и разъединения вариатора от двигателя используются следующие механизмы

МЕХАНИЗМЫ



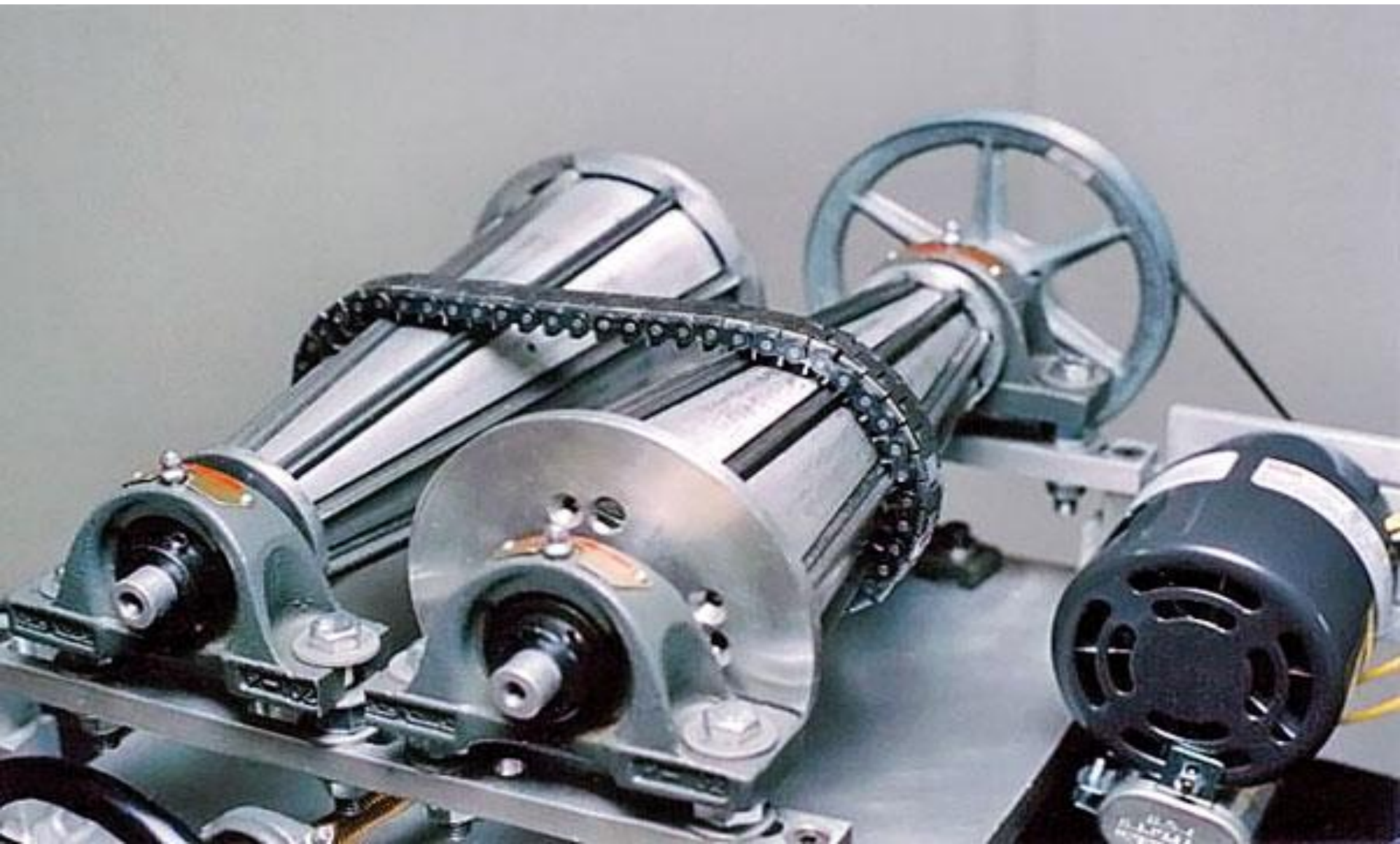
Самое популярное соединение двигателя и вариатора с помощью гидротрансформатора, который обеспечивает высокую плавность передачи крутящего момента и, соответственно, долговечность коробки передач



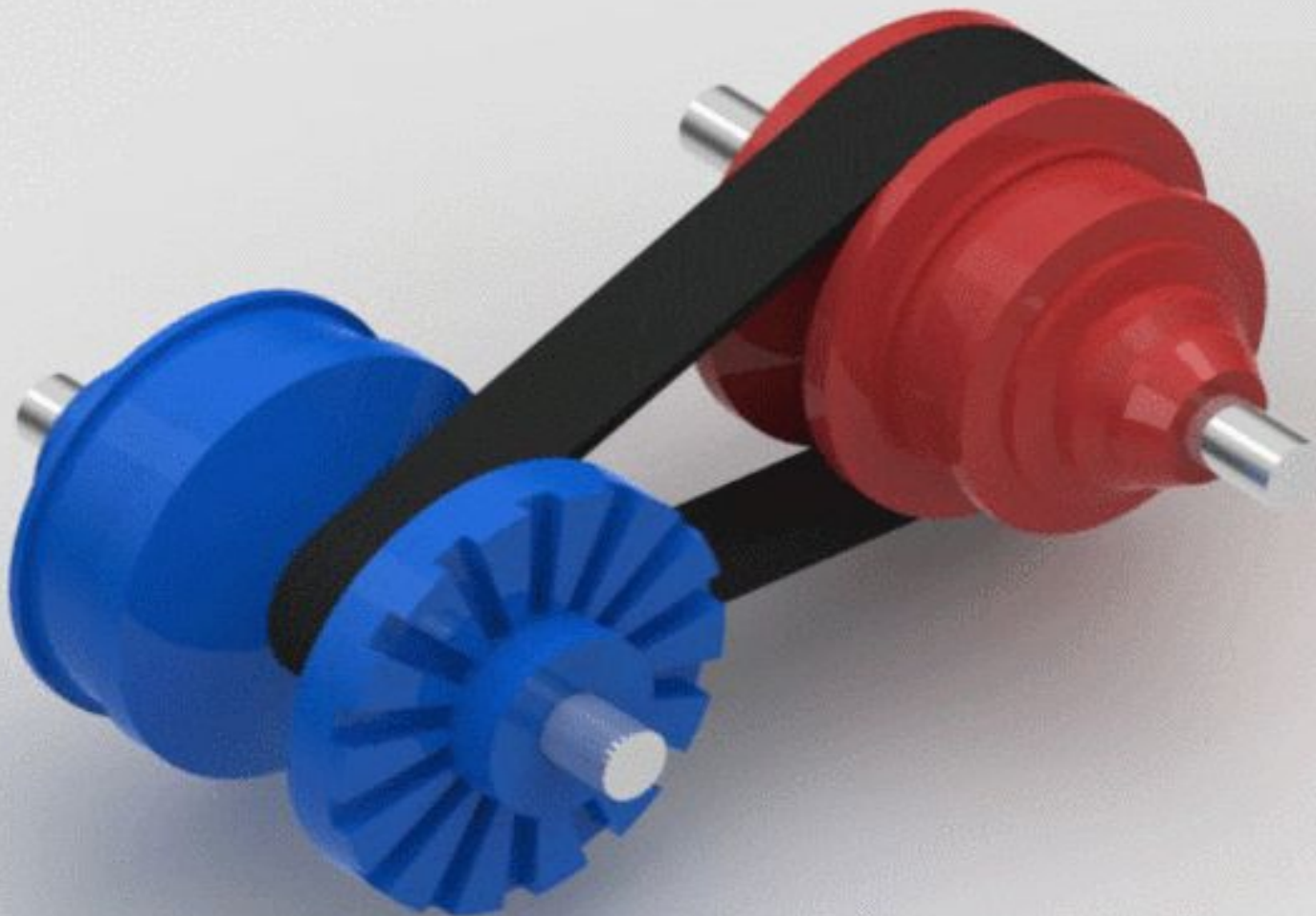
Клиноременный вариатор состоит из одной, реже двух ременных передач



Передача включает два шкива, соединенные клиновидным ремнем. Шкив образуют два конических диска, которые могут сдвигаться или раздвигаться, обеспечивая тем самым изменение диаметра шкива



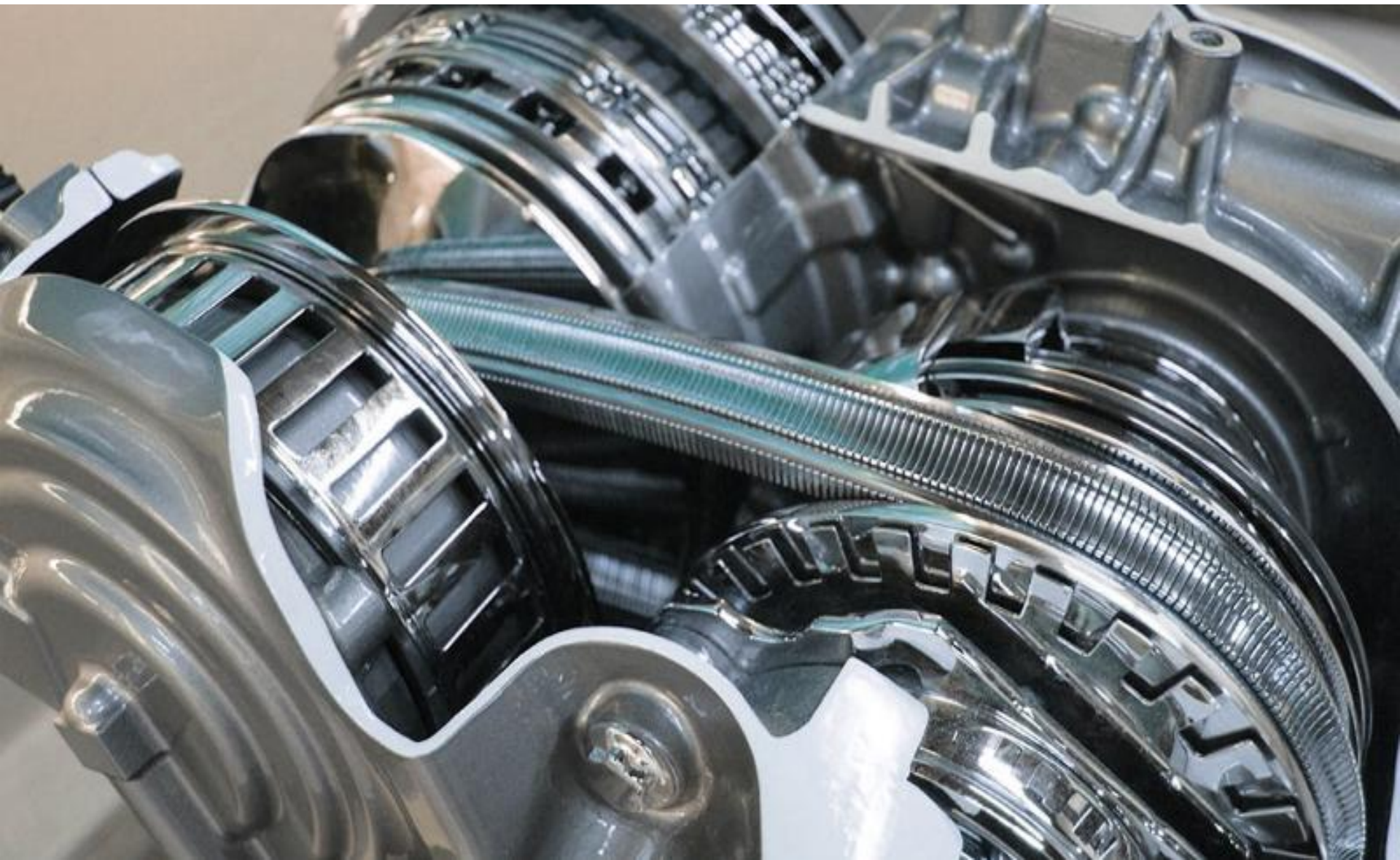
Для сближения конусов используется гидравлическое давление, центробежная сила, усилие пружин. Конические диски имеют угол наклона 20° , при котором обеспечивается перемещение ремня по поверхности шкива с наименьшим сопротивлением.



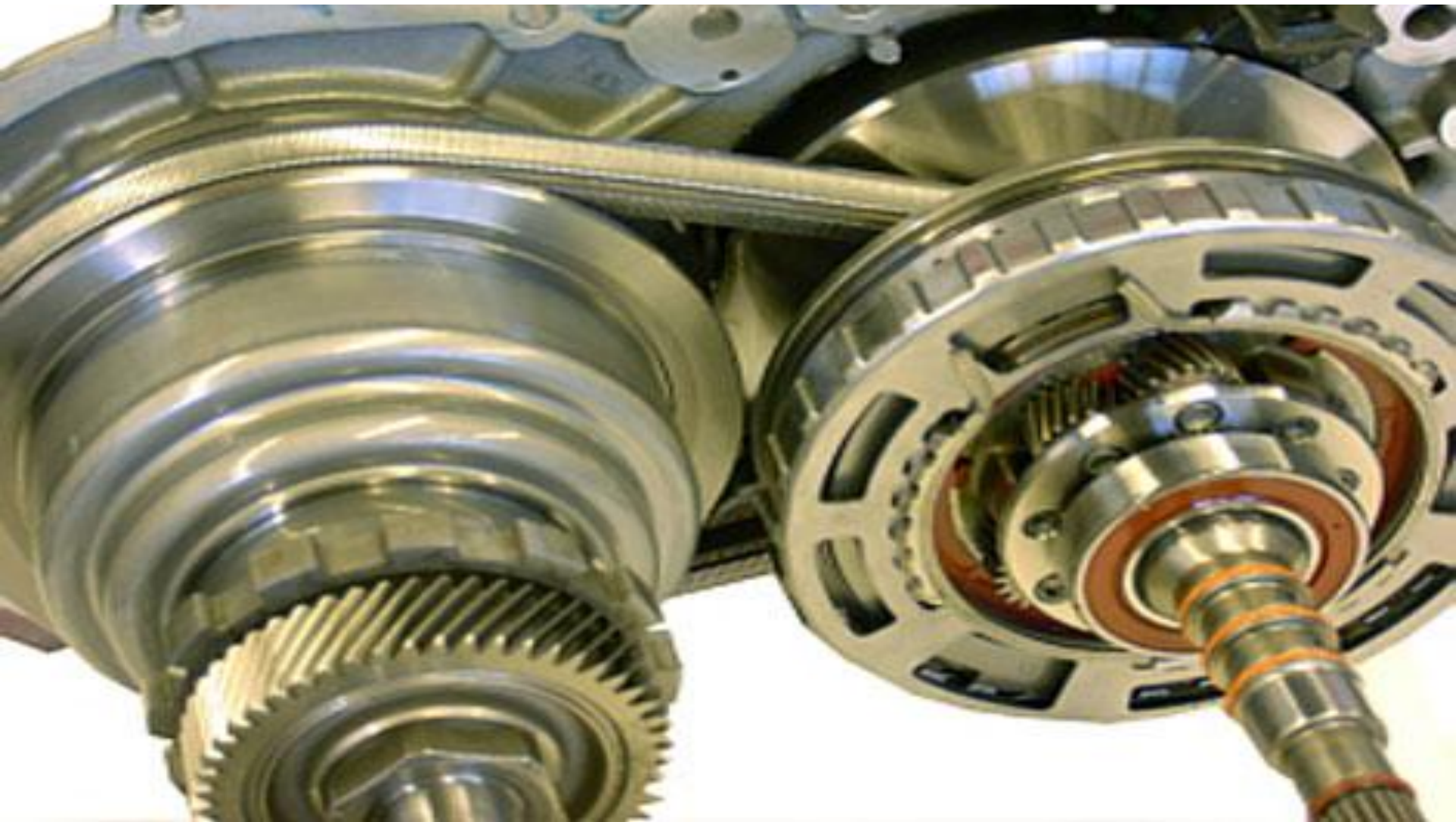
Первые клиноременные вариаторы имели резиновый ремень, который отличала низкая долговечность (50000км) недостаточная гибкость (минимальный радиус изгиба 90мм) и связанный с ней узкий диапазон регулирования.



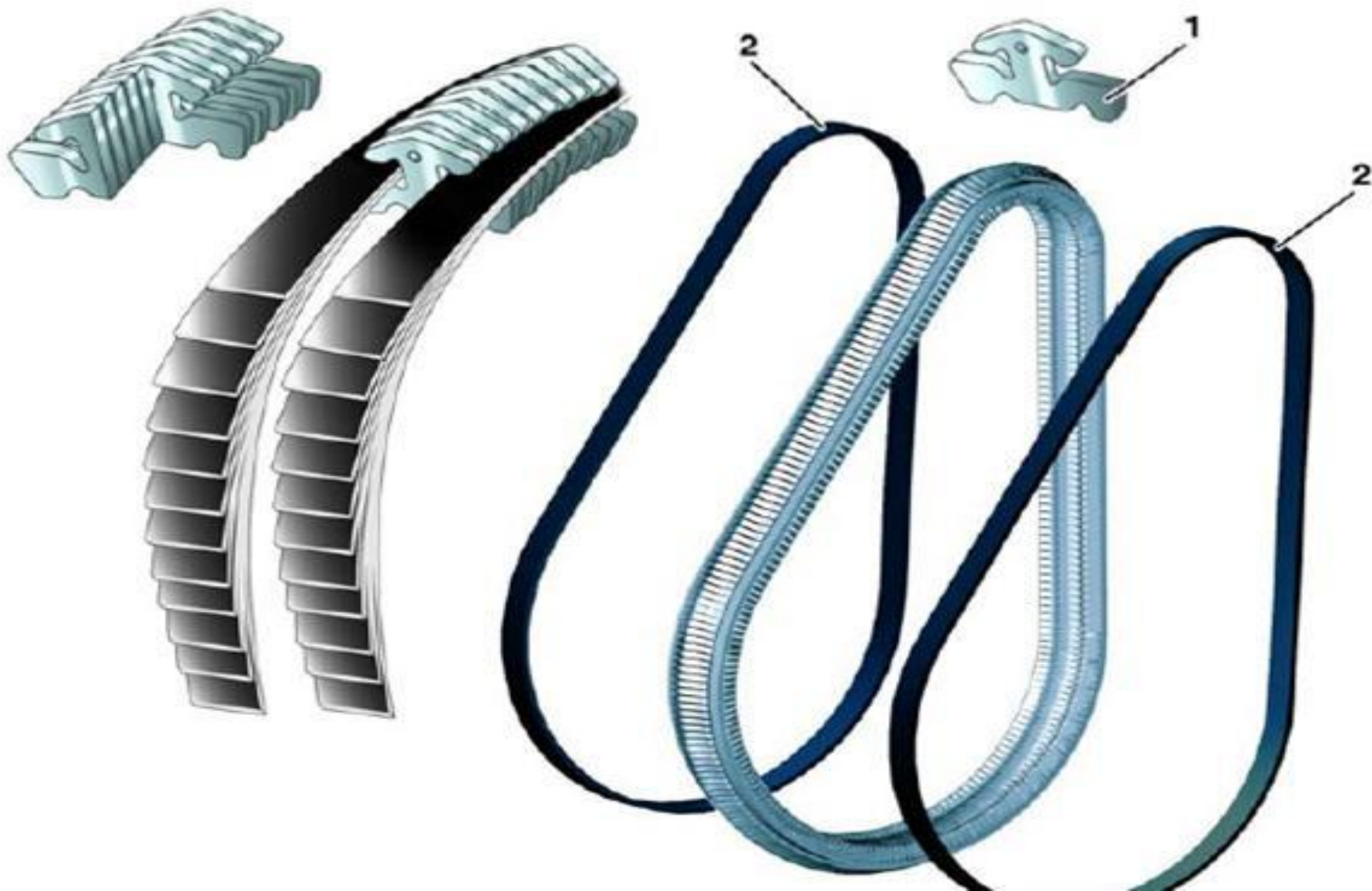
Большинство современных вариаторных коробок передач используют гибкий металлический ремень, который изготавливают из нескольких (10-12) полос стали и связанных с ней фасонных частей в виде бабочки



Передача вращения осуществляется за счет сил трения между шкивами и боковой поверхностью ремня. Ремни данной конструкции имеют высокую прочность, долговечность, гибкость (минимальный радиус изгиба 30мм) низкий уровень шума



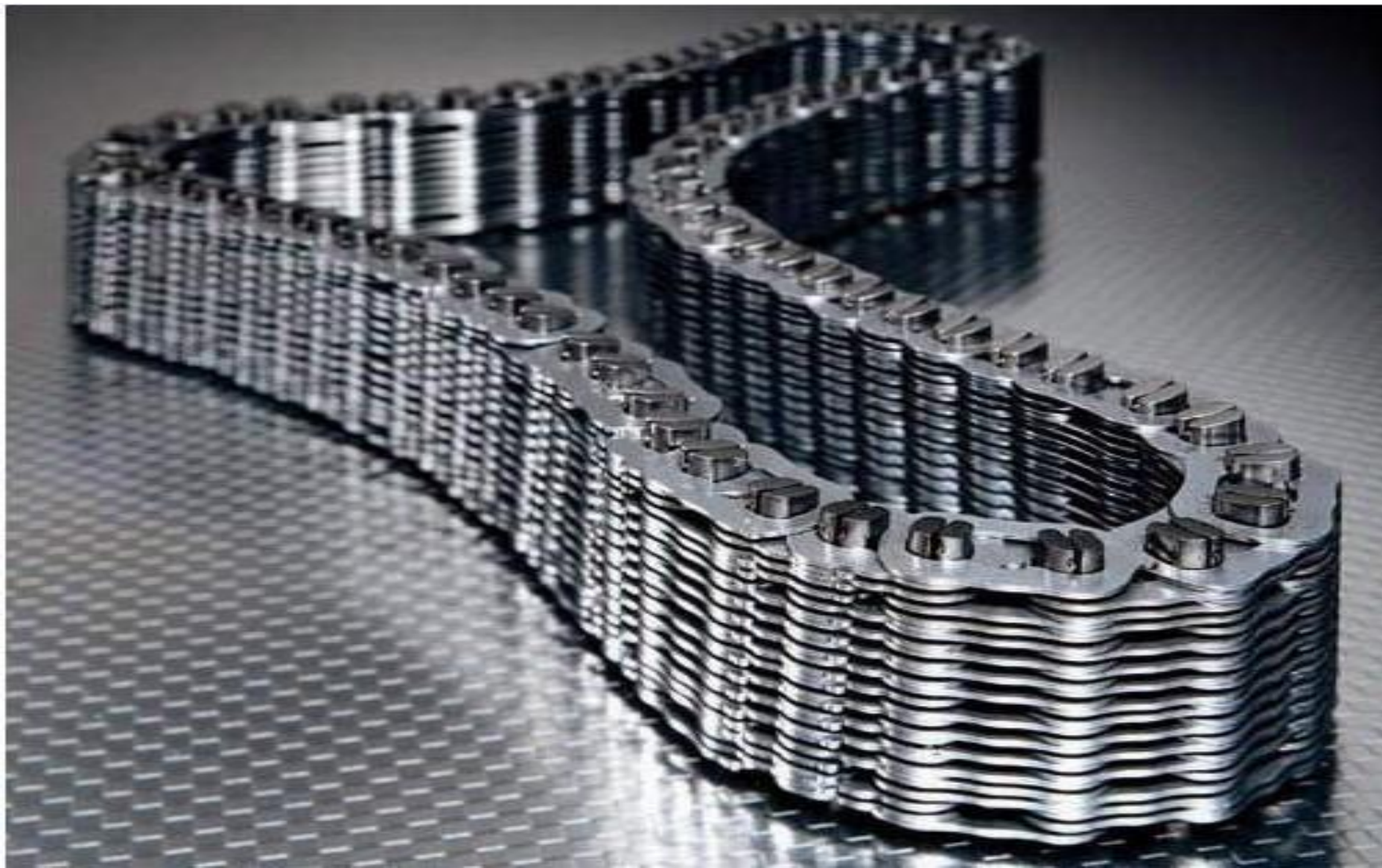
Именно металлический клиновидный ремень открыл дорогу для широкого применения вариаторов на автомобилях. Ремень изготавливается из металлических пластин конической формы.



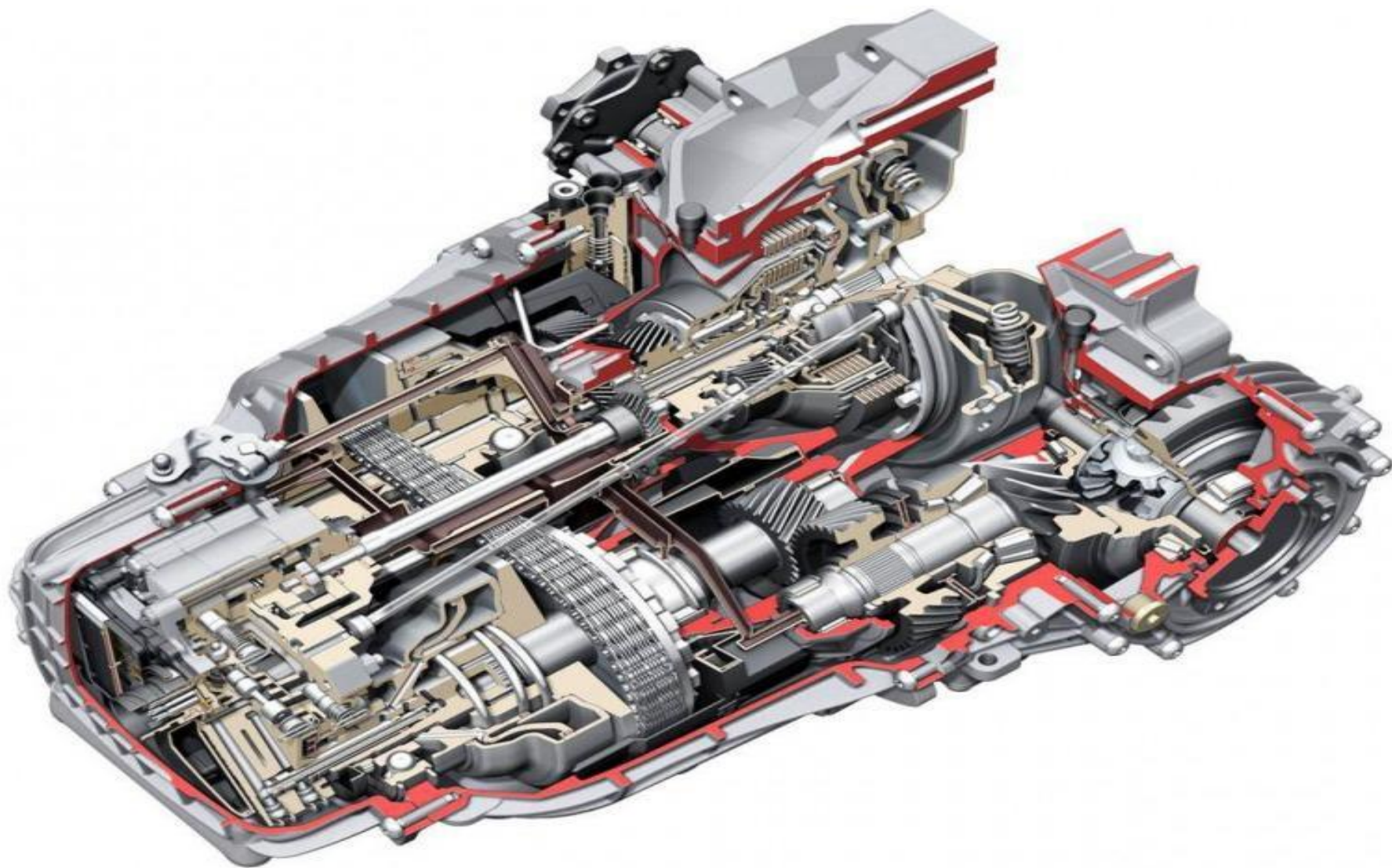
На вариаторах Multitronic, Lineartronic вместо ремня применена металлическая цепь



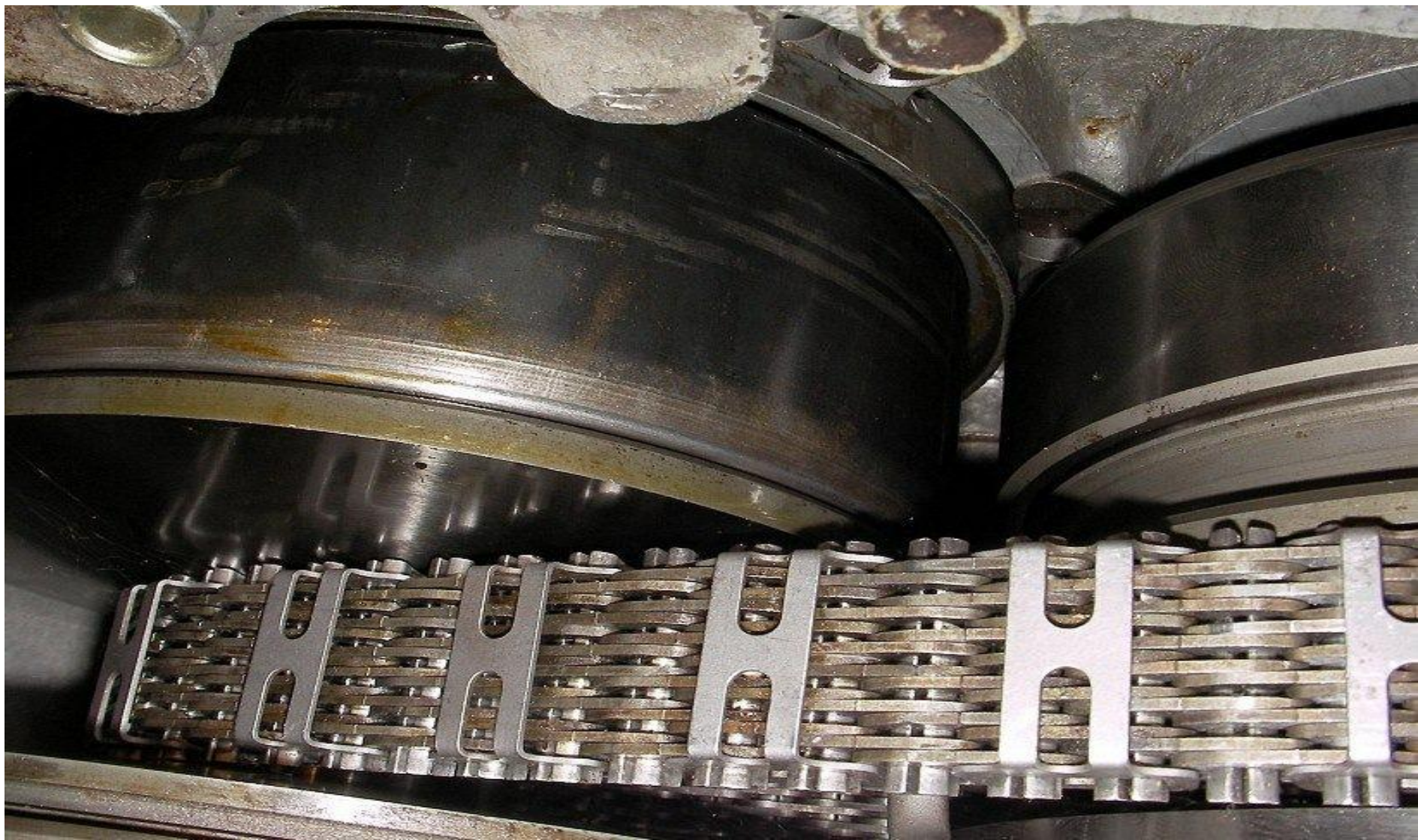
На вариаторах [Multitronic](#), Lineartronic вместо ремня применена металлическая цепь



Такие коробки передач имеют
название **клиноцепной вариатор**



Металлическая цепь состоит из пластин соединенных осями. Такая конструкция цепи обеспечивает лучшую гибкость (радиус изгиба 25мм)

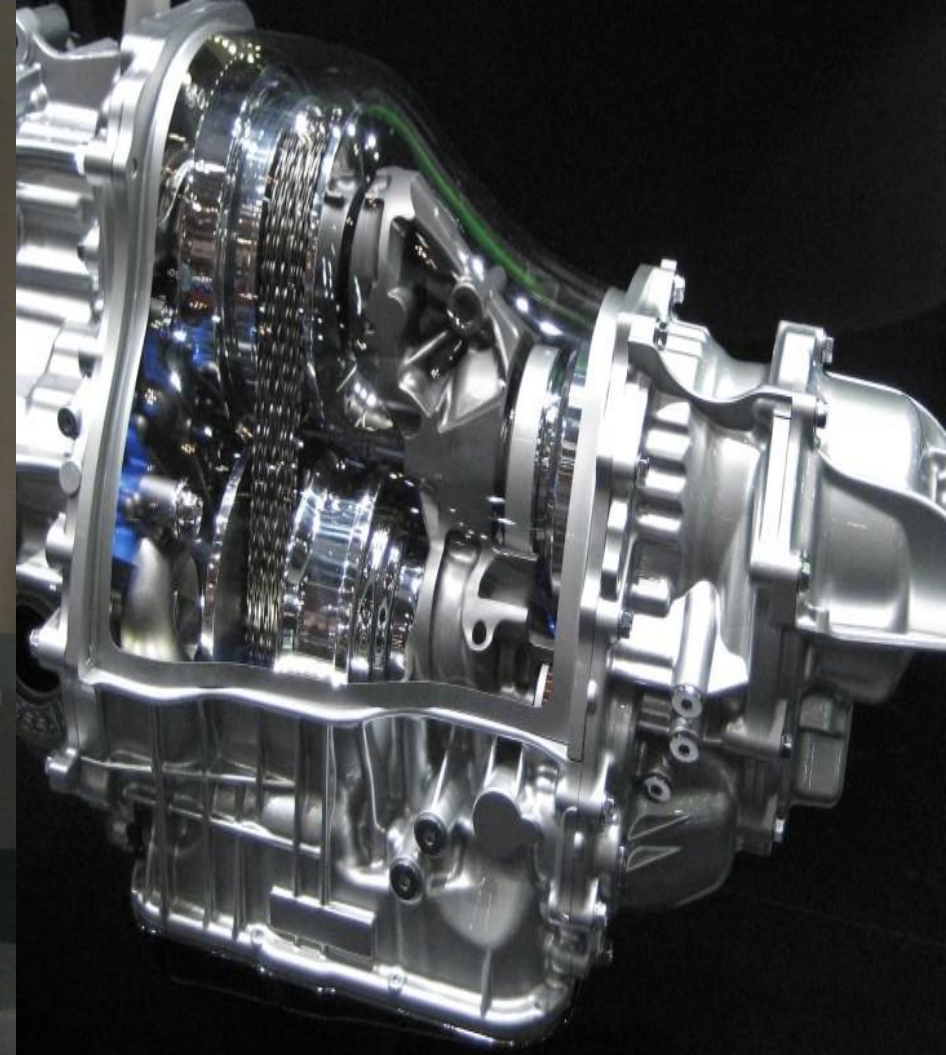
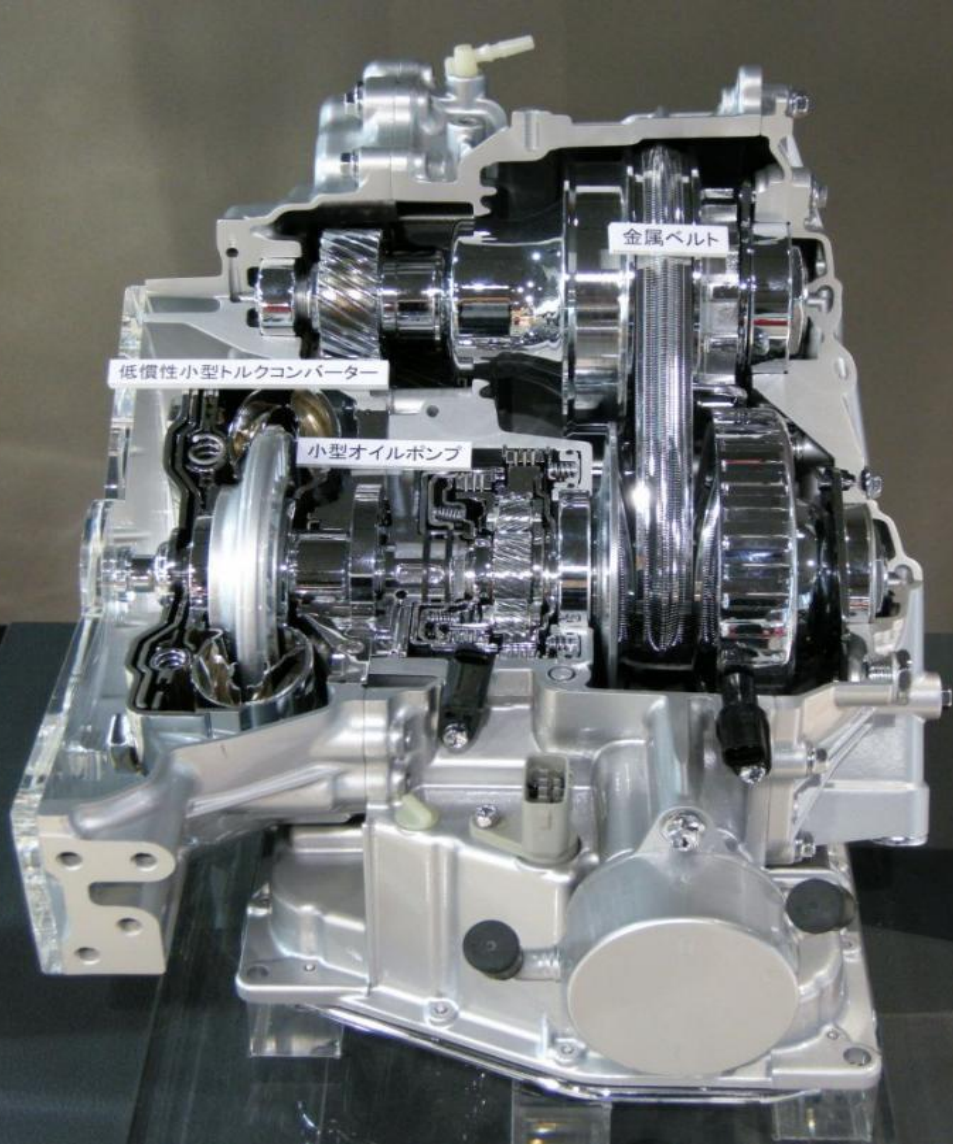


Металлическая цепь вариатора

- В отличие от клиноременного вариатора крутящий момент передается торцевой поверхностью цепи при ее точечном контакте с коническими дисками. В местах контакта возникают высокие напряжения, которые компенсируются за счет изготовления конических дисков из высокопрочной (подшипниковой) стали. Клиноцепной вариатор имеет наименьшие потери при передаче крутящего момента и наивысший коэффициент полезного действия.



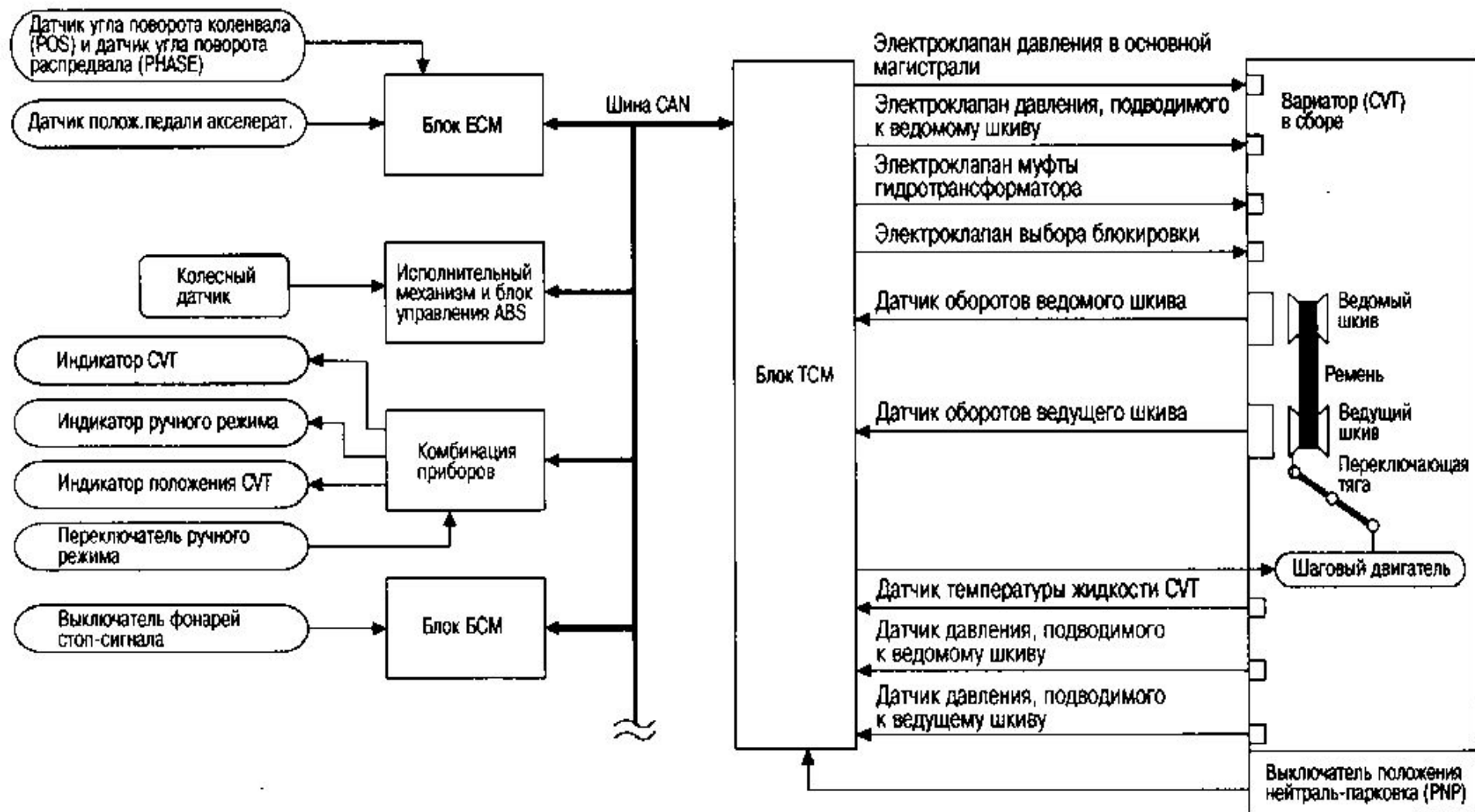
В силу особенностей конструкции вариаторная передача не может обеспечить реверсивного движения. Для осуществления движения задним ходом в коробке передач применяются дополнительные механизмы. В качестве такого механизма обычно используется планетарный редуктор, устройство и принцип работы которого подобен [автоматической коробке передач](#).



В вариаторной коробке передач применяется, как правило, [электронная система управления](#), которая осуществляет синхронное изменение диаметра шкивов вариатора в соответствии с режимами работы двигателя, управление сцеплением и обеспечивает работу планетарного редуктора.



В вариаторной коробке передач применяется, как правило, электронная система управления

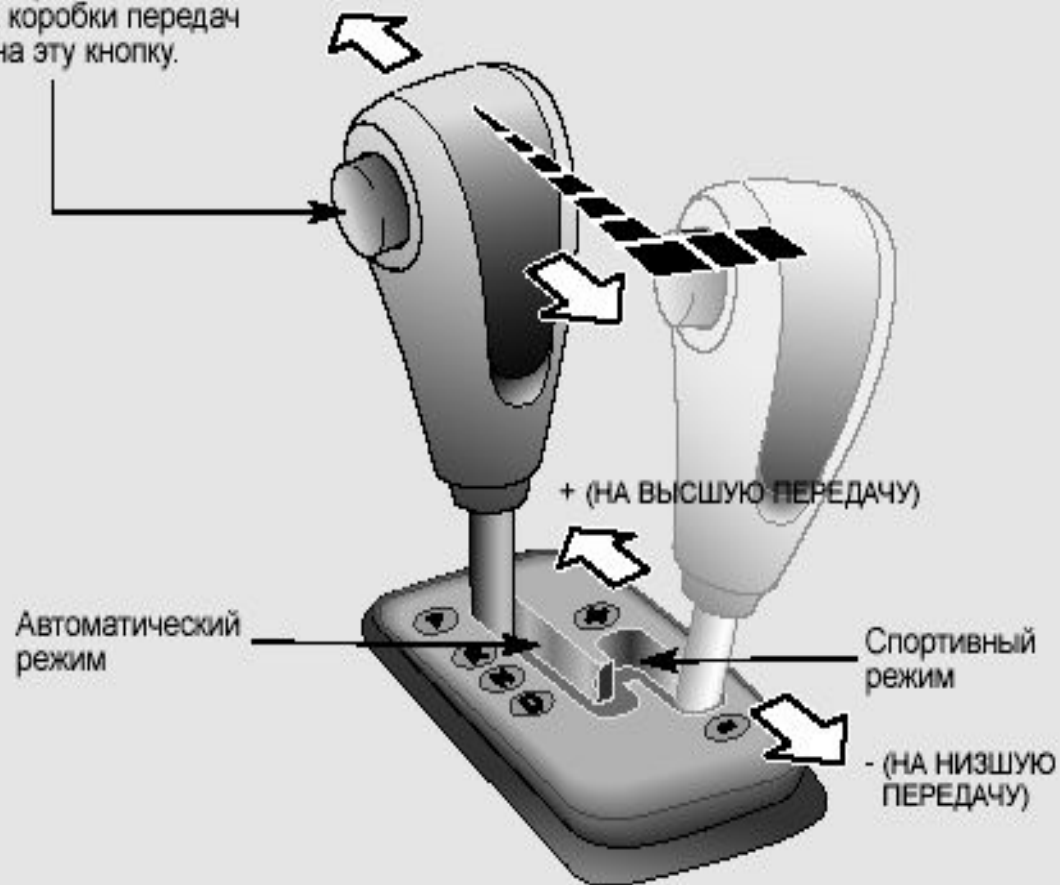
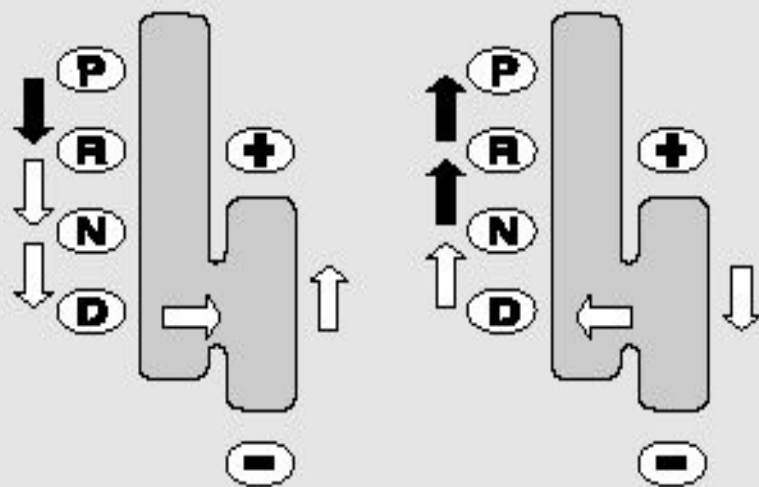



Непосредственное управление вариатором производится с помощью рычага селектора.




Режимы управления аналогичны режимам автоматической коробки передач. В вариаторной коробке передач может быть реализована функция выбора фиксированных передаточных отношений (аналогичная [функции Tiptronic](#))

Кнопка разблокировки предотвращает перемещение рычага селектора коробки передач без предварительного нажатия на эту кнопку.



 Кнопка разблокировки рычага должна быть нажата при перемещении рычага селектора.

 Рычаг селектора может перемещаться без нажатия на кнопку разблокировки рычага.

Данная функция решает в основном психологическую проблему, связанную с использованием вариатора на автомобиле, а именно - негативное восприятие водителем постоянной частоты вращения двигателя при разгоне.



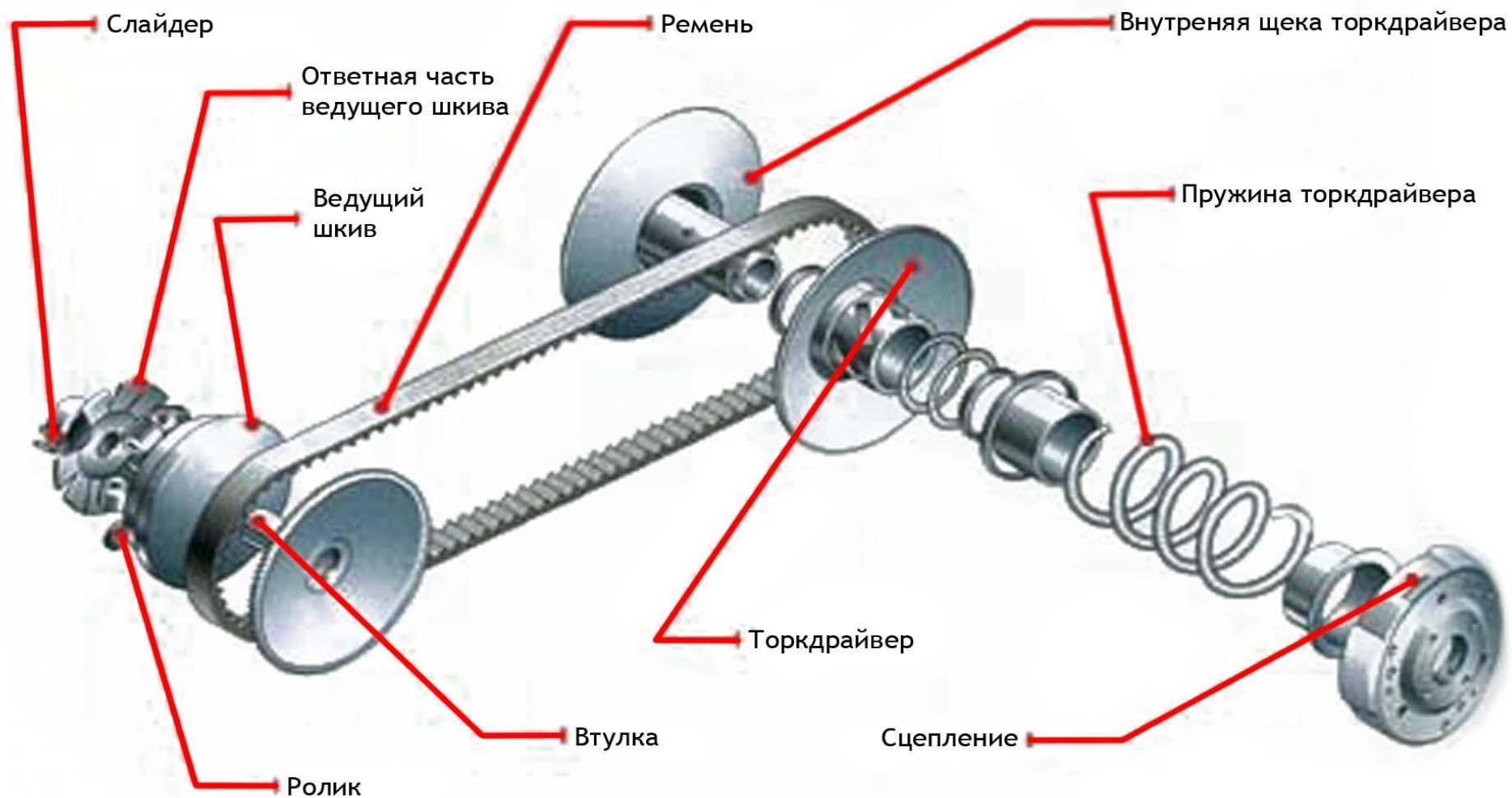
В ряде конструкций вариаторов функция имеет свое название:
Sportronic у Mitsubishi



В ряде конструкций вариаторов функция имеет свое название
Autostick у Chrysler



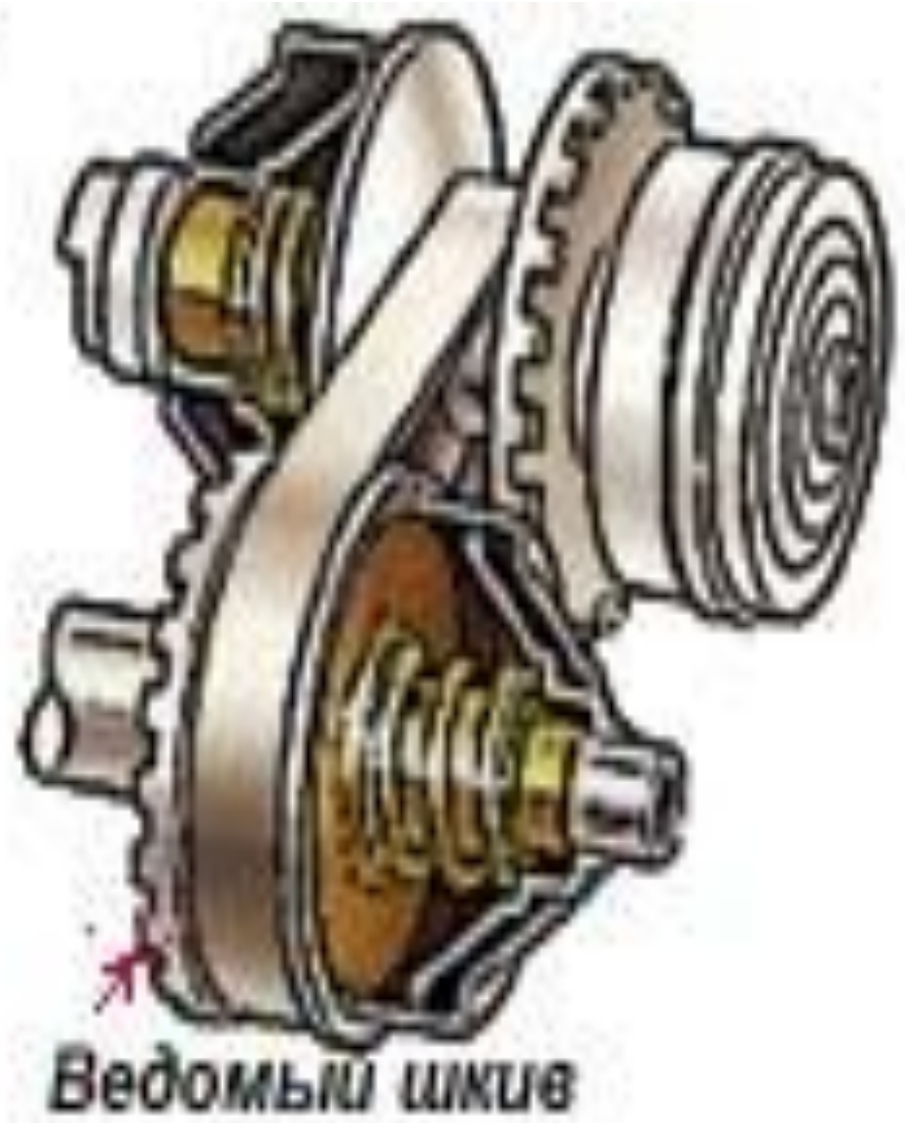
Принцип работы клиноременного вариатора заключается в согласованном изменении диаметров шкивов в зависимости от режимов работы двигателя. Диаметр шкива изменяется с помощью специального привода



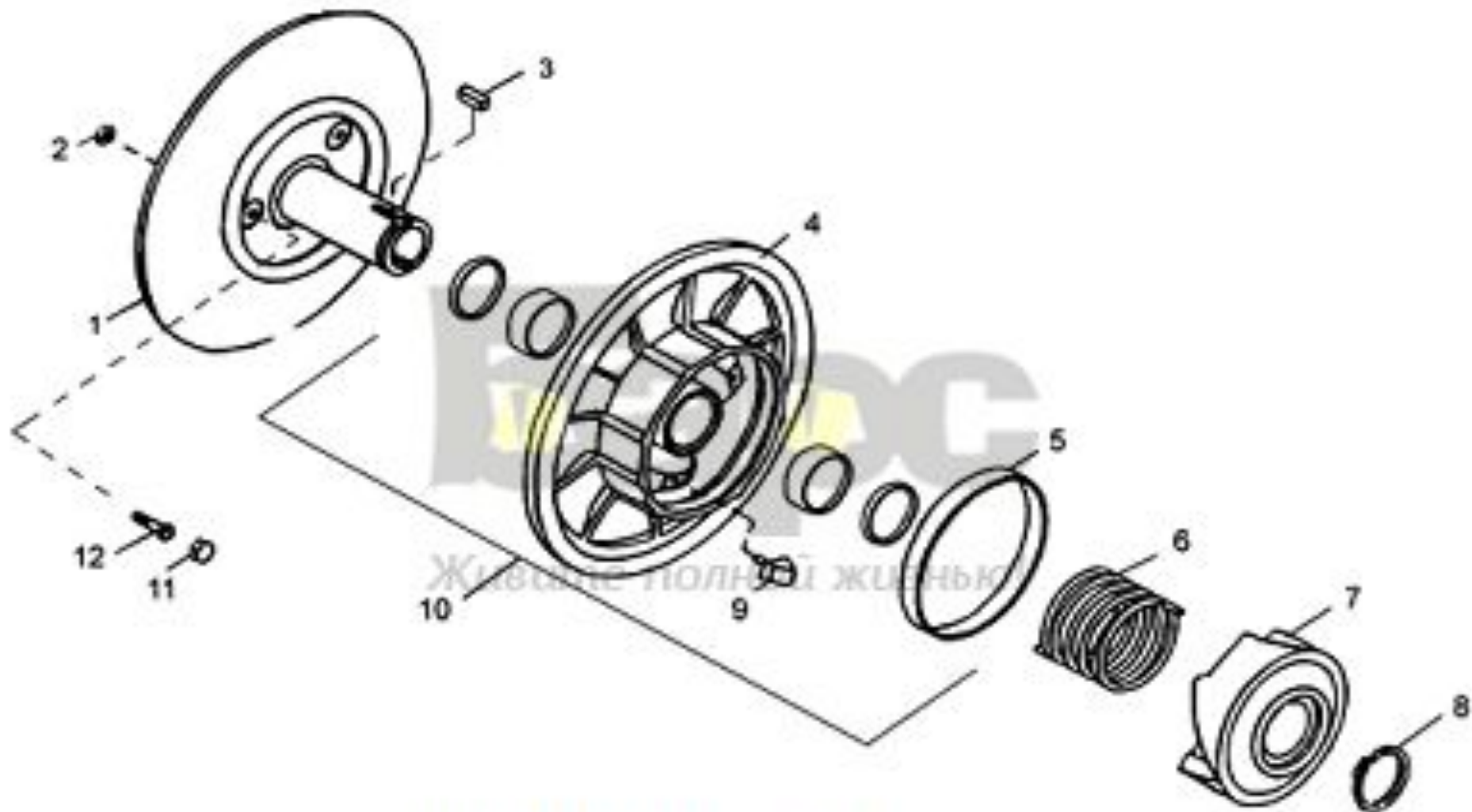
В начале движения автомобиля ведущий шкив вариатора имеет наименьший диаметр (конические диски максимально разжаты). Ведомый диск при этом имеет максимальный диаметр (конические диски максимально сжаты).



При увеличении числа оборотов двигателя диаметр ведущего шкива увеличивается, а ведомого – уменьшается, соответственно и уменьшается передаточное число

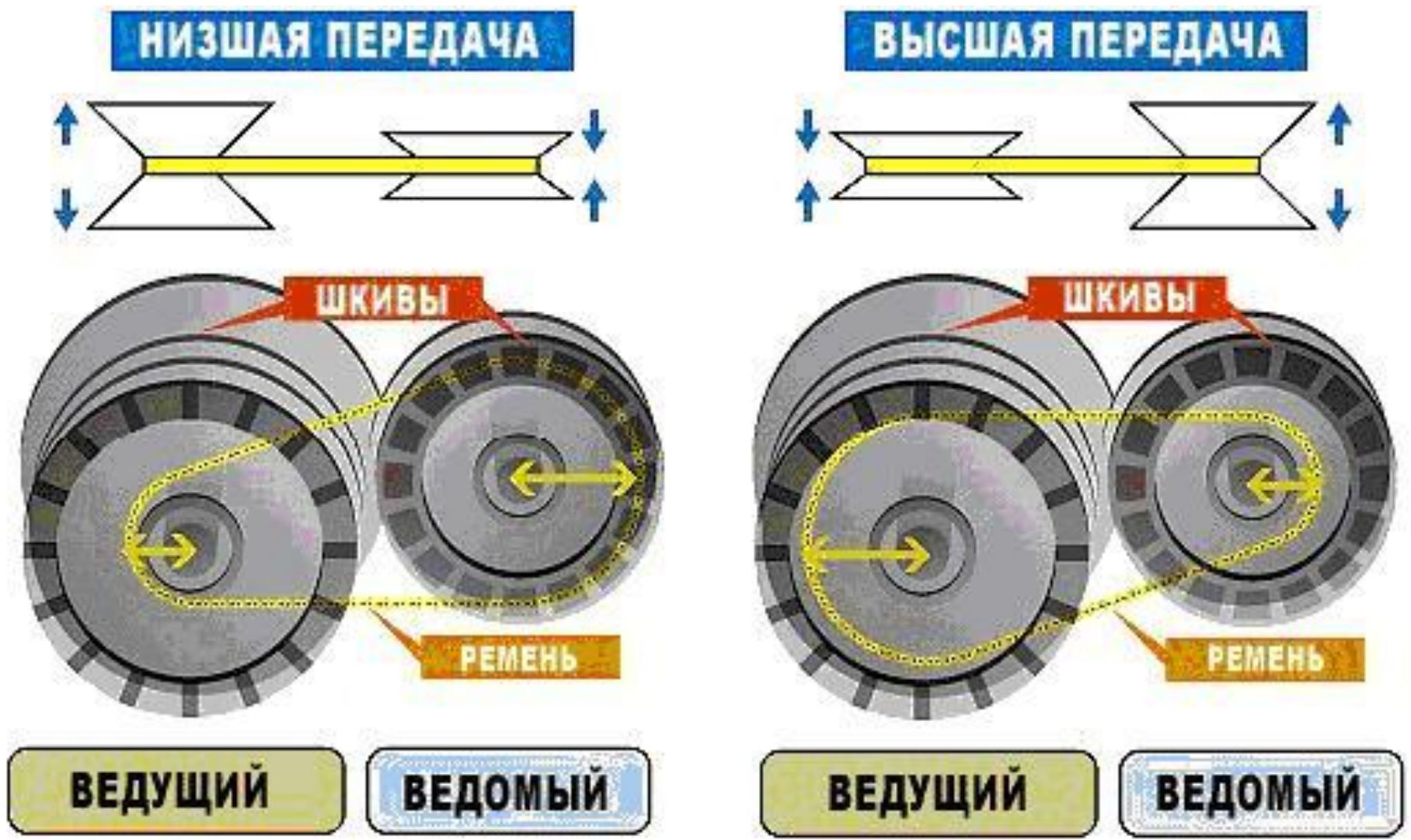


Устройство ведущего шкива таково, что его щеки при воздействии центробежных сил плавно сжимаются и выталкивают клиновидный ремень все дальше от центра шкива.

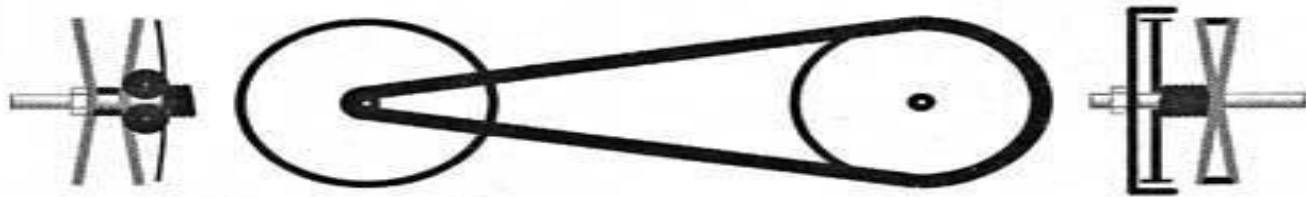


Шкив вариатора ведомый

Ведомый шкив при этом наоборот, разжимается, и ремень на нем плавно утопает все ближе к центру шкива.



Чем больше обороты двигателя - тем больше сжимается ведущий шкив и разжимается ведомый, тем самым меняя передаточное число от коленвала к заднему колесу. Этот процесс хорошо виден на рисунках:



Холостые обороты, сцепление не включено



Низшее передаточное отношение, сцепление включено



Среднее передаточное отношение



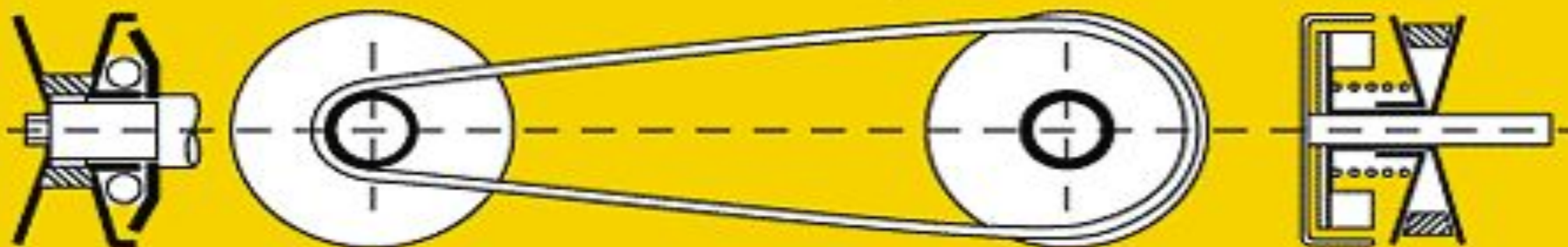
Высшее передаточное отношение

Изменяя радиус огибания ремнём ведущего и ведомого шкива, можно плавно менять передаточное отношение

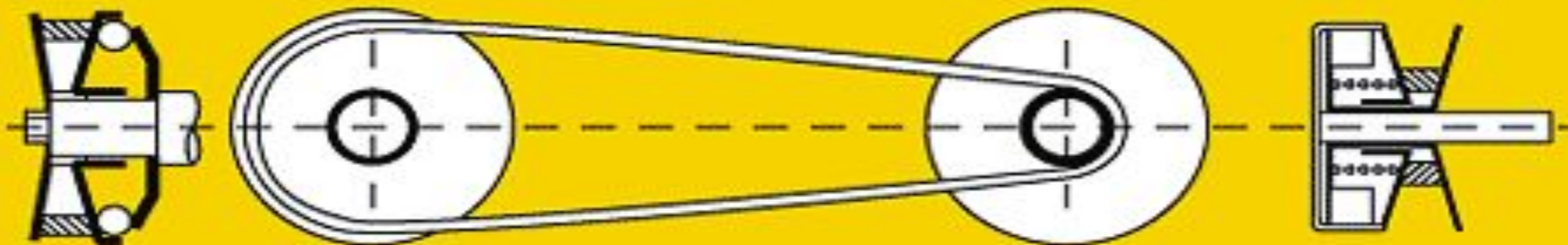
Сторона двигателя

Сторона колёс

Передаточное число
наибольшее (старт)



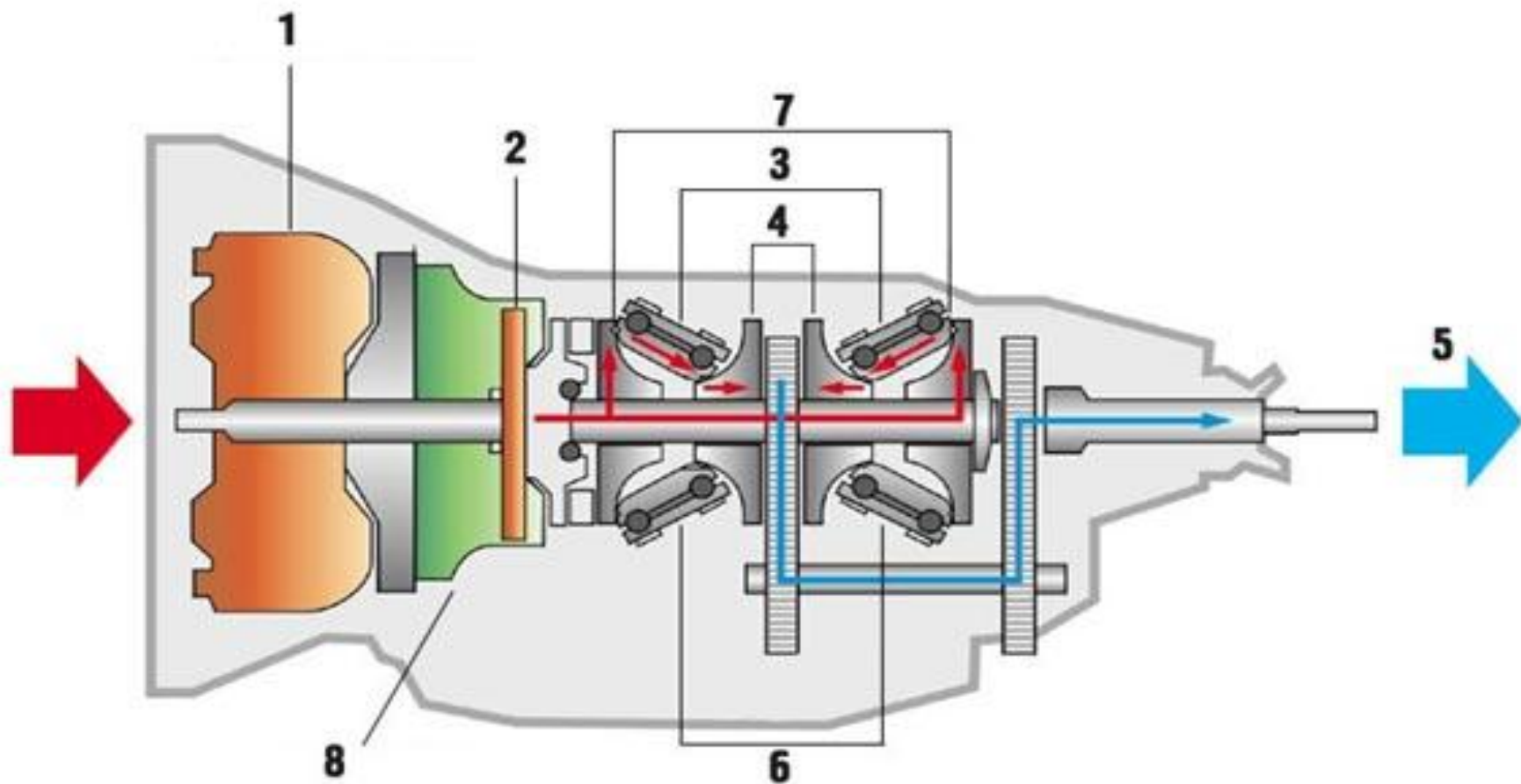
Передаточное число
наименьшее (большая скорость)



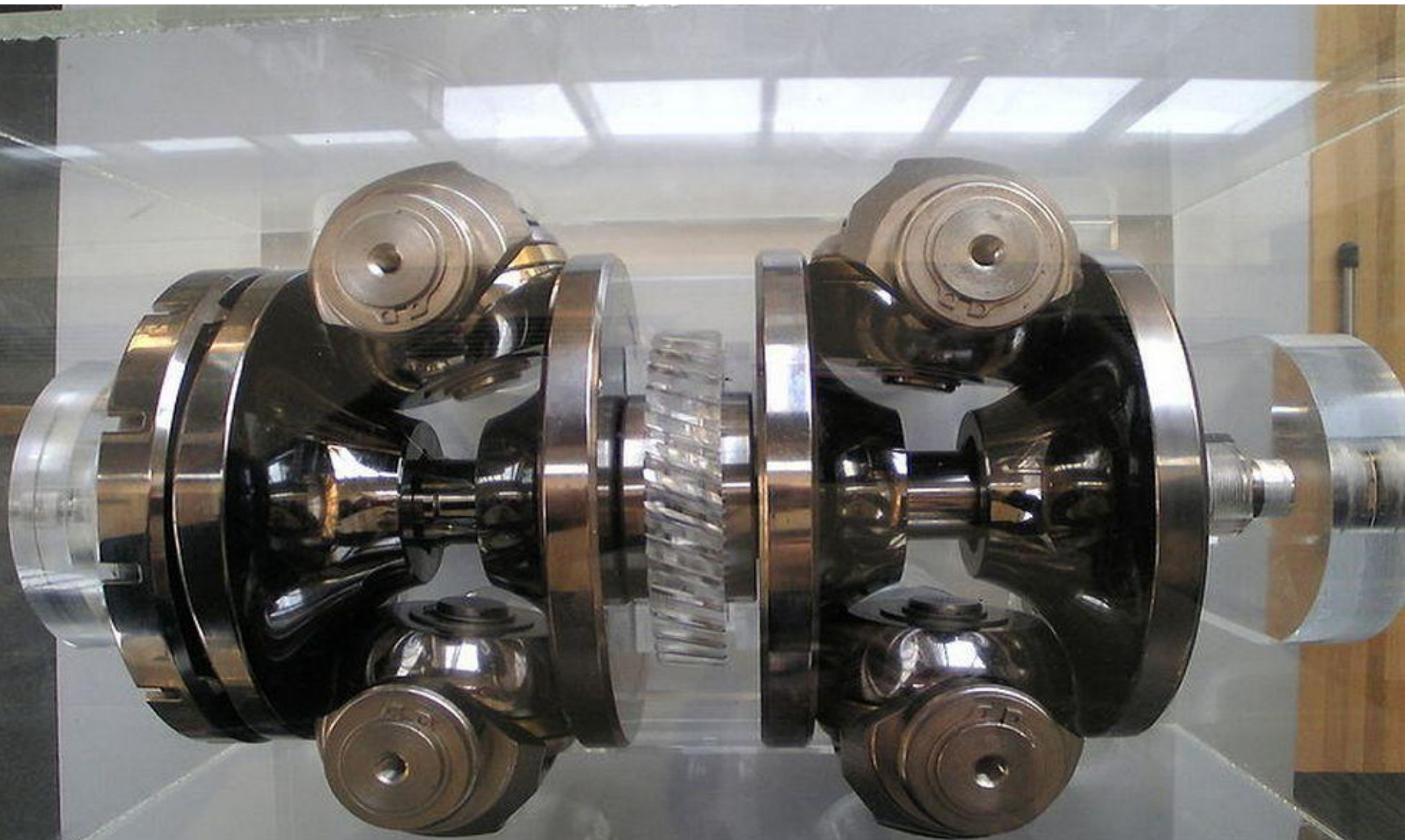
При дальнейшем разгоне вариатор поддерживает оптимальные обороты двигателя, при которых реализуется максимальная мощность и обеспечивается наилучшая динамика автомобиля.



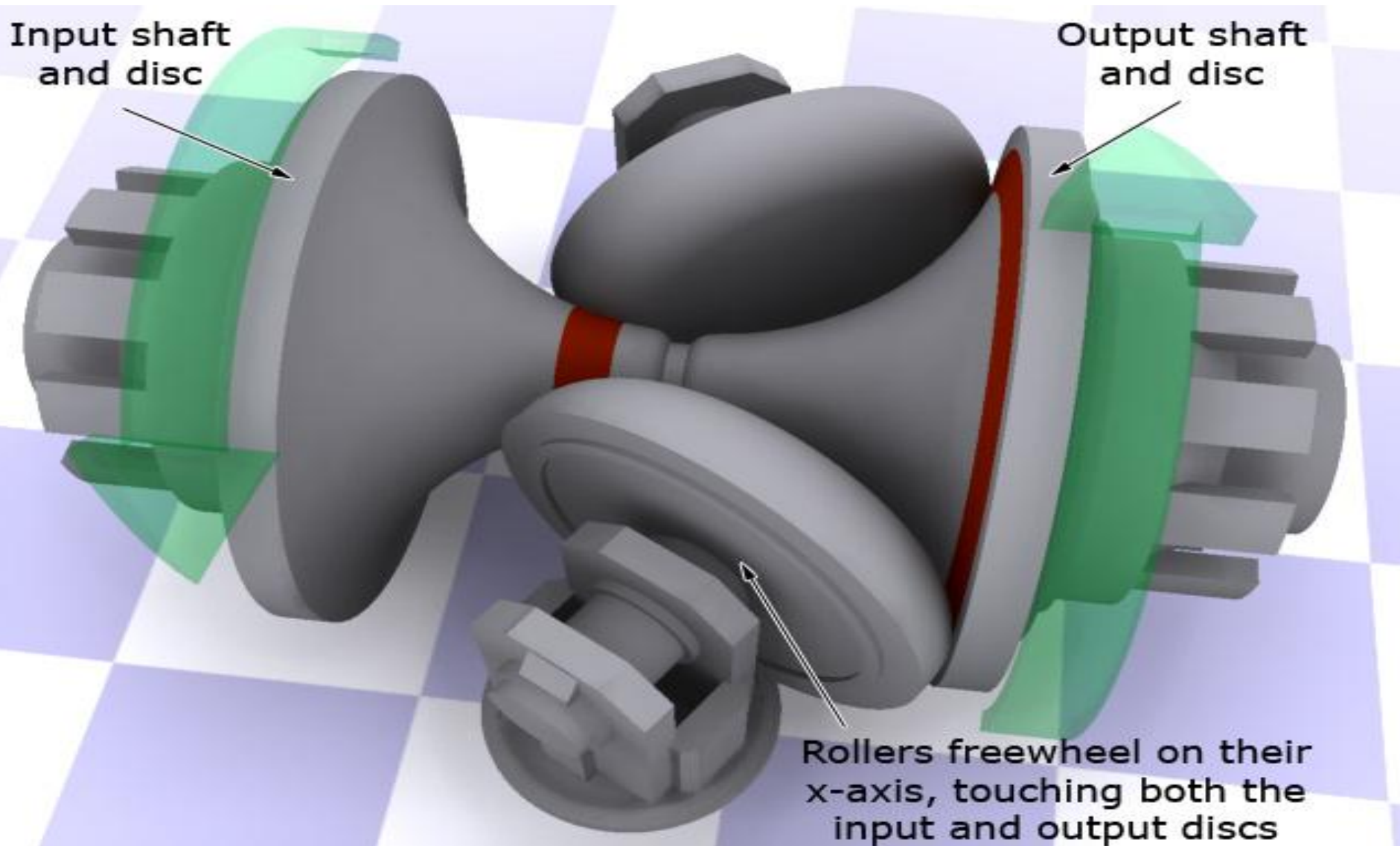
Особенности конструкции торoidalного вариатора



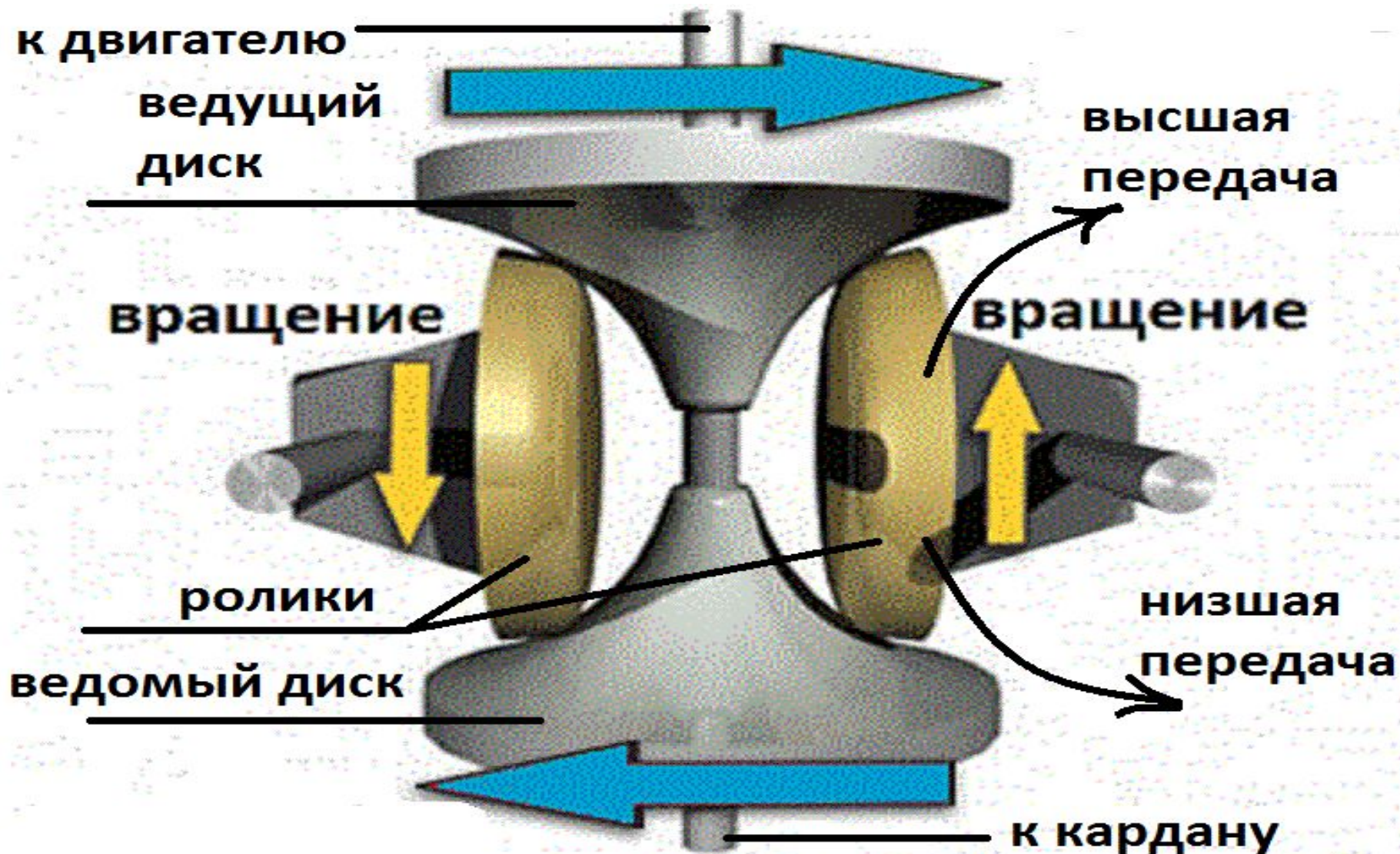
Особенности конструкции торoidalного вариатора



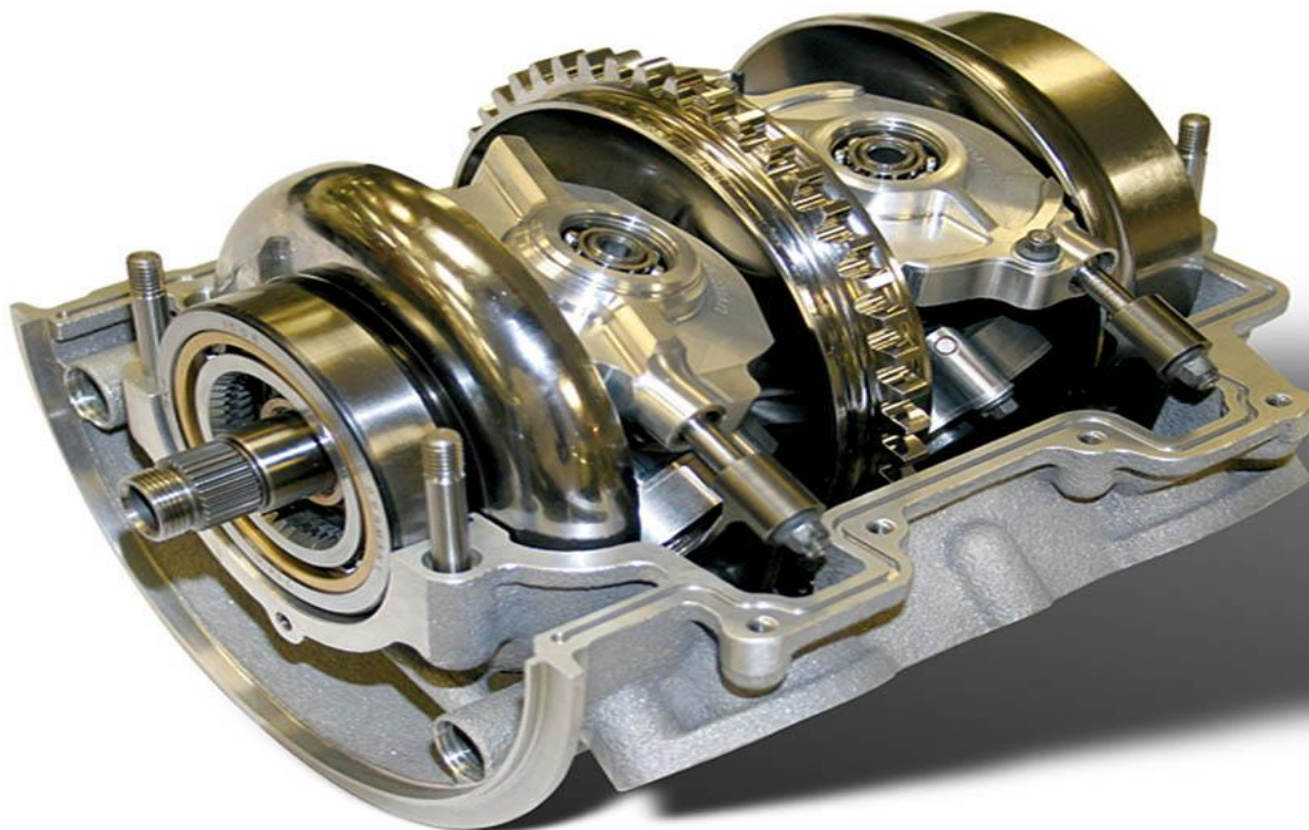
Тороидный вариатор включает два соосных вала со сферической (тороидной) поверхностью, между которыми зажаты ролики



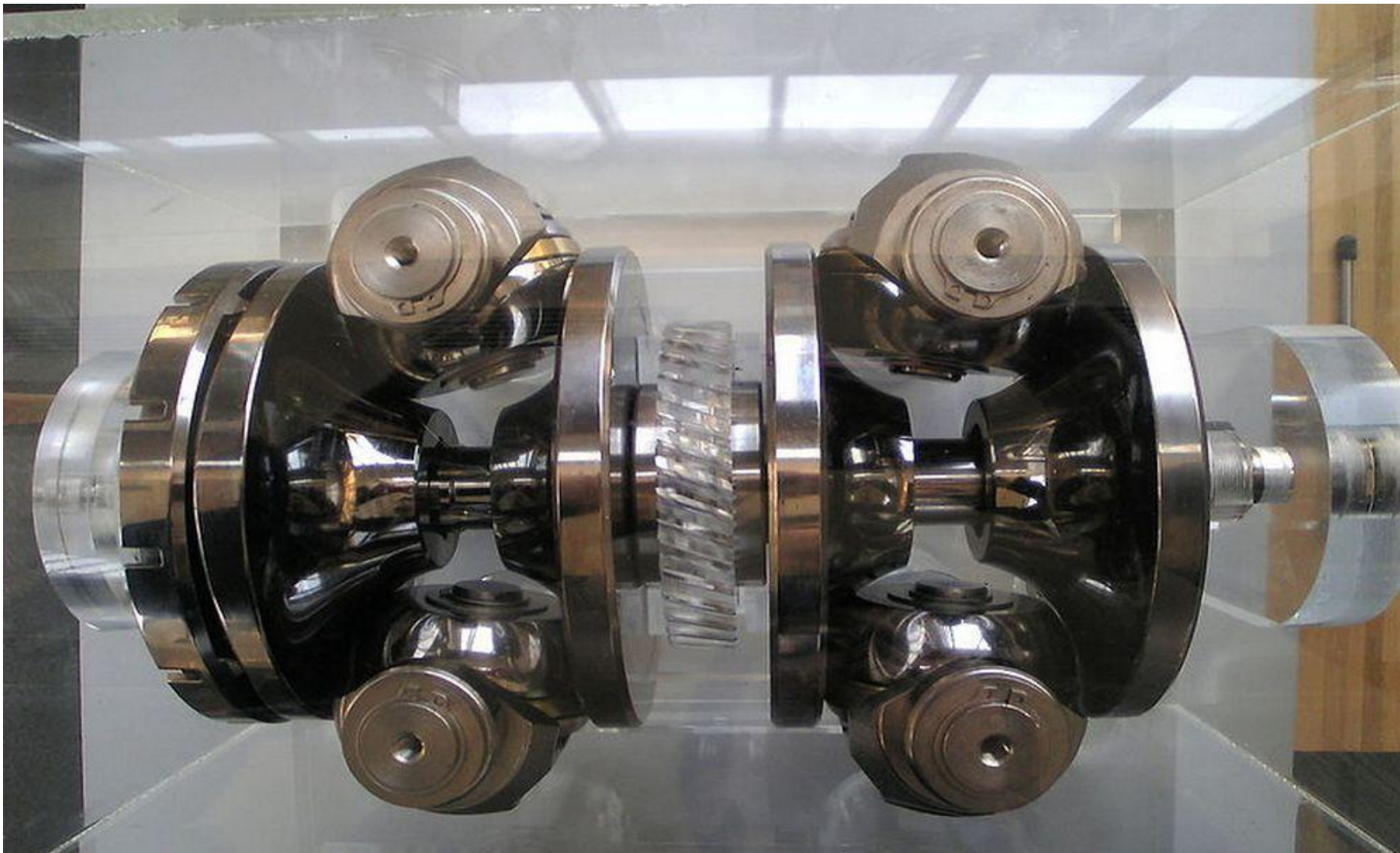
Изменение передаточного числа в тороидном вариаторе производится за счет изменения положения роликов, а передача крутящего момента за счет сил трения между рабочими поверхностями колес и роликов



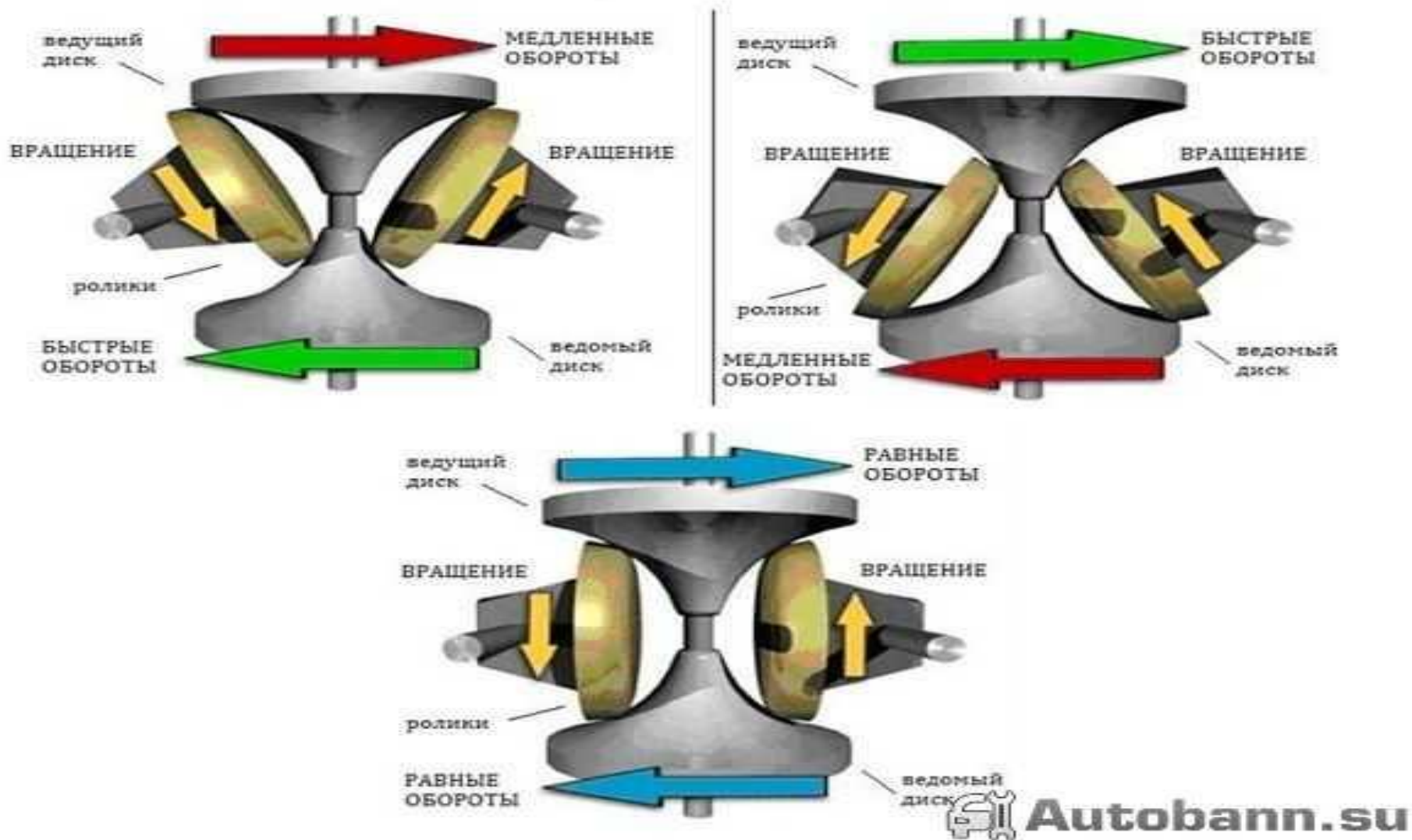
Как изменяется передаточное число?



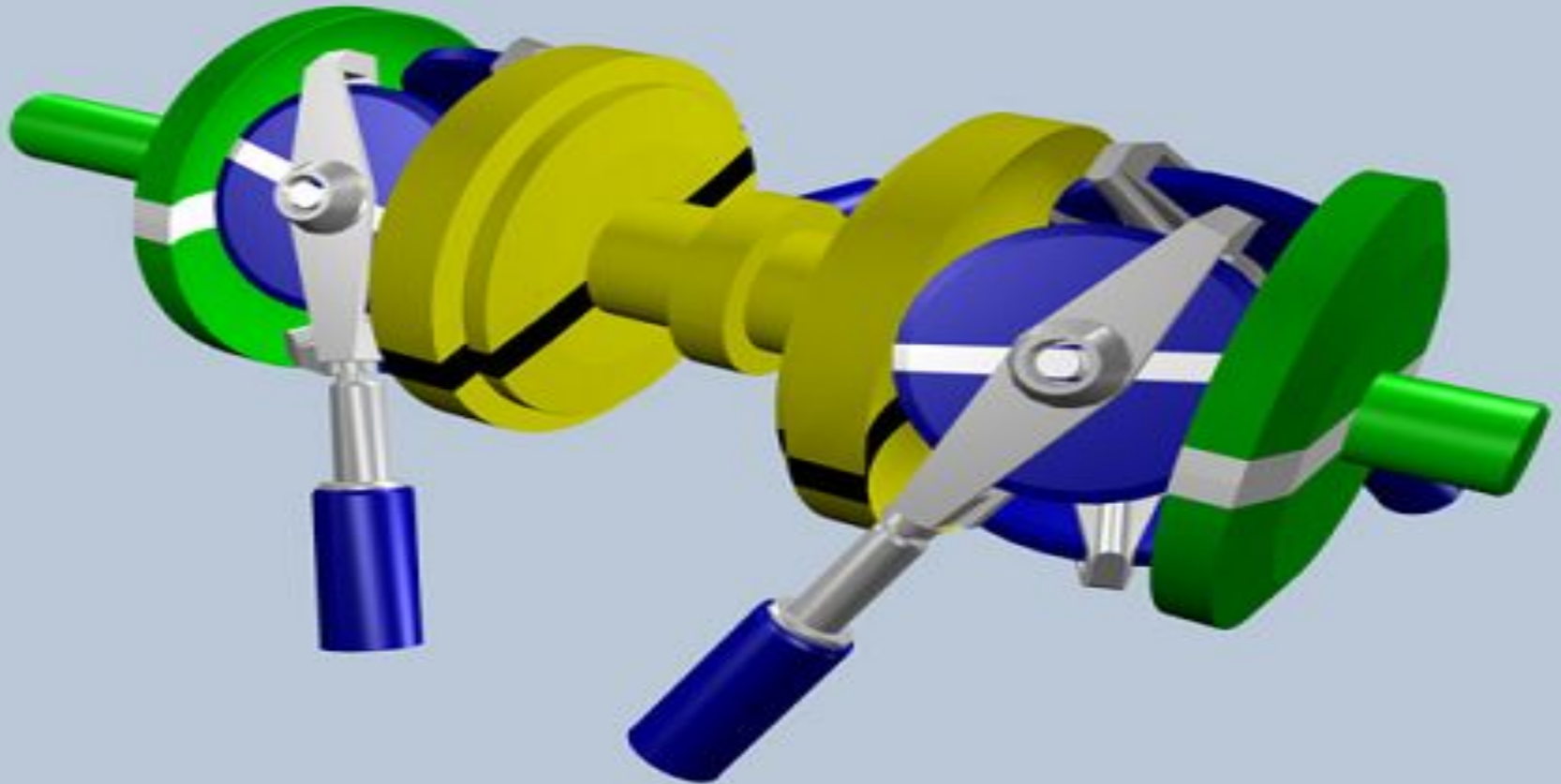
Между валами зажаты ролики, их тоже видно на рисунке выше, которые изменяя свое положение меняют передаточное число от ведущего к ведомому валу, при этом крутящий момент передается от роликов к валам за счет сил трения.



Основной проблемой, влияющей на надёжность работы всей системы и на КПД передачи крутящего момента, является пятно контакта роликов со сферическими валами.



Усилие прижатия в пятне контакта может быть колоссальным, в некоторых вариаторах оно может достигать 10 т., поэтому, помимо того, что материал в них должен быть высокотехнологичным, система управления тоже должна быть очень надежной.



К примеру, на вариаторе Extroid, который применяется на некоторых моделях Nissan, установлен специальный гидравлический механизм управляемый электроникой, перемещающий ролики с диапазоном в микроны



В заключение можно отметить, что за вариаторами будущее, так как по сравнению с обычной АКПП, они проще в конструкции, а значит, дешевле, они мягче передают крутящий момент, а значит, поездка становится комфортней, они экономят топливо, а значит поездка становится дешевле



THE END

