

## Литература

1. Панков, М. И. Военные автомобилисты на службе Отечеству. История. События. Люди / М. И. Панков [и др.]. – Минск, 2020. – С. 50–54, 193.

УДК 628.18

### Анализ конструкции карданной передачи автомобиля

Есмантович Е. А.

Белорусский национальный технический университет

*Приводные валы с универсальными шарнирами – карданные передачи являются неотъемлемой частью подавляющего большинства современных машин и механизмов. Они нашли весьма широкое применение при его проектировании. Оптимальный выбор конструкции передачи, а также рациональная компоновка приводных валов в значительной степени определяют технико-экономические и эксплуатационные характеристики машин и механизмов различного функционального назначения. Так, например, эффективность эксплуатации автомобильных трансмиссий в немалой степени зависит от параметров трансмиссионных валов.*

Впервые карданные передачи вообще упоминаются в XVI веке. Название программы происходит от имени Джероламо Кардано, который описал ее (но не изобрел). Карданная передача – это механизм, передающий крутящий момент между валами, которые пересекаются в центре карданной передачи и имеют возможность взаимного углового перемещения. Он широко применяется в различных областях человеческой деятельности, когда трудно обеспечить центровку вращающихся элементов. В автомобиле карданная передача используется, как правило, в трансмиссии и рулевом управлении. Он также используется в травмостойкой рулевой колонке для соединения рулевого вала и рулевого привода (рулевого механизма или рулевой рейки).

Карданная передача включает в себя валы, шлицевую втулку, карданные шарниры и промежуточную опору с подшипником. Приводные валы выполнены из тонкостенных стальных труб. С целью уменьшения длины карданного вала на автомобилях используется промежуточный карданный вал, который одним концом соединен с ведомым валом коробки передач, а другим – с основным карданным валом. Промежуточный вал закреплен на промежуточной опоре, состоящей из кронштейна, резиновой подушки и шарикоподшипника. На концах трубы приварены вилки карданных соединений или вилка и шлицевая втулка (или шлицевой наконечник). Благодаря скользящей втулке приводной вал может быть удлинен и укорочен.

Гибкое шарнирное соединение позволяет плавно передавать вращение с небольшим изменением угла между двумя валами. В зависимости от типа шарнирного соединения существует два типа карданных передач:

- \* стыки неравных угловых скоростей;
- \* шарниры равных угловых скоростей.

Карданная передача, основанная на шарнирах неравных угловых скоростей, чаще всего используется для соединения выходного вала и ведущего моста в заднеприводных грузовых автомобилях. Кроме того, такие петли используются для соединения раздаточных коробок и другого вспомогательного оборудования. Более совершенные с точки зрения конструкции шарниры равных угловых скоростей используются в современных переднеприводных и полноприводных автомобилях. С помощью таких карданных передач ведущие колеса машины соединяются с дифференциалом ведущего моста.

Недостатком жесткого карданного соединения с крестовиной является неравномерность вращения и относительно небольшой угол (до  $24^\circ$ ), на который можно передавать крутящий момент. В передних ведущих осях, где необходимо обеспечить равномерность вращения и передачу крутящего момента на большой угол, используются карданные шарниры равных угловых скоростей, состоящие из двух фигурных кулаков с овальными канавками, четырех ведущих и одного центрирующего шариков, пальца и стопорного штифта. Ведущие шарики свободно установлены в пазах, а центрирующий закреплен на пальце в одном из кулаков. Крутящий момент этого соединения может передаваться с равной угловой скоростью под углом до  $35^\circ$ . Это исключает возможность использования карданной передачи во многих устройствах, например, в трансмиссии переднеприводных автомобилей (где основной проблемой является передача крутящего момента на поворотные колеса). Частично этот недостаток можно компенсировать использованием парных валов на одном валу. Однако там, где требуется синхронность, как правило, используется не карданная передача, а шарнир равных угловых скоростей (ШРУС) – более совершенная, однако и более сложная конструкция того же назначения.

Крутящий момент от коробки передач к ведущему мосту должен передаваться под углом, изменяющим его величину при изменении нагрузки и при толчке автомобилей при движении по неровной дороге.

В вездеходах, где имеется несколько ведущих осей, карданный вал имеет несколько валов с карданными шарнирами. Если ведущих мостов два – передний и задний, то карданный вал включает в себя промежуточный вал от коробки передач к раздаточной коробке и от раздаточной коробки два карданных вала – к переднему и заднему ведущим мостам. На автомобиле КамАЗ карданный вал состоит из двух карданных валов:

ведущего вала промежуточного моста и ведущего вала заднего моста. Расположение карданных шарниров автомобилей КамАЗ и ЗИЛ-130 аналогично друг другу.

Компенсирующее соединение обеспечивает изменение длины ведущего вала, если при перемещении одного механизма относительно другого изменяется расстояние между ними, как, например, между ведущим мостом и коробкой передач.

Приводной вал может иметь следующие повреждения:

скручивание трубы вала;

изгиб вала;

износ отверстий в опорной вилке;

искривление щек вилки.

Кручение вала трубы определяется путем измерения взаимного углового положения осей вилочных поверхностей. Если труба вала закручена более чем на 30 или на трубе имеются вмятины, ее заменяют новой.

Если отверстия в вилке под подшипниками изношены, сломаны или на вилках есть трещины, их необходимо заменить. Изменение размера между щечками вилки устраняется путем редактирования или замены вилки. Заглушки к трубе приваривают дуговой сваркой под слоем флюса или в углекислом газе.

Кривизна вала определяется измерением радиального биения при его установке в устройстве по диаметру и торцу в вилках по всей длине. Когда радиальное биение выше допустимого правила вала на прессе. Если устранить этот дефект невозможно, трубу заменяют на новую.

Их характеристики влияют на уровень вибрации, шума, надежность трансмиссии, устойчивость движения и маневренность автомобиля. Карданная передача, обладая определенной массой, моментом инерции, специфической структурой и кинематикой шарниров, подвижностью шлицевого соединения и неизбежным рассогласованием отдельных элементов, обусловленным конструктивными зазорами и технологическими допусками, является мощным источником интеграции крутильных и изгибных колебаний, субъективно ощущаемых как колебания и воздействующих как на собственные узлы передачи, так и на конструктивно связанные механизмы автомобиля.

Отказы отдельных узлов карданной передачи при наличии значительного дисбаланса часто приводят к преждевременному выходу из строя соответствующих узлов автомобиля (например, ведущих мостов и коробок передач). Повышенная металлоемкость, вибрационная активность, недостаточная надежность отдельных элементов или узлов, большие осевые усилия, возникающие при шлицевом соединении карданного вала, являются существенными недостатками многих конструкций карданных передач,

препятствующими их промышленному использованию. Поэтому проблема совершенствования конструкции карданных передач, повышения их надежности и эргономичности на основе использования новых конструктивных решений, оптимизированных по динамическим параметрам, используемым материалам, технологиям изготовления, сборки и эксплуатации, является актуальной для современной техники. Важным аспектом проблемы является комплексное сочетание эффективных методов повышения технического ресурса карданной передачи с учетом экономических особенностей развивающегося рынка автотракторной и специальной техники и технологического оборудования в странах СНГ и мировых тенденций его развития.

Важнейшим условием динамичного развития производства карданных передач нового поколения является получение информации, адекватно отражающей эксплуатационные, технико-экономические характеристики выпускаемой продукции при минимальных материальных и временных ресурсах. В этом аспекте особое значение имеют методы моделирования напряженно-деформированного состояния, как всей конструкции карданной передачи, так и ее отдельных узлов в различных условиях эксплуатации, которые позволяют выбрать оптимальное решение без проведения трудоемких и длительных испытаний различных вариантов разрабатываемого агрегата.

Для реализации этого эффективного направления оптимизации конструкторско-технологических и материаловедческих задач перспективным является использование возможностей наукоемких компьютерных технологий на базе мультипроцессорных вычислительных систем. Практический опыт применения методов моделирования на базе мультипроцессорных вычислительных систем для решения задач совершенствования карданных передач свидетельствует об их высокой эффективности и перспективе.

Цель работы состоит в разработке с привлечением методов компьютерного моделирования и использования суперкомпьютера СКИФ для обработки большого массива данных, конструкций карданных передач для наземного транспорта нового поколения, оптимизированных по критериям материал-, энергоемкости и виброактивности, применяемых для комплектации автотракторной техники, и организации их опытно-промышленного производства.

Для решения проблемы повышения эксплуатационного ресурса трибологических систем широко применяют системный подход. Износостойкость различных деталей автомобилей определяется режимом эксплуатации, макро- и микрогеометрическими параметрами контактных поверхностей, химическим составом материалов, физикомеханическими и фрикци-

онно-усталостными характеристиками приповерхностных слоев контактирующих деталей.

### *Вывод*

Таким образом, основной тенденцией развития концепции карданных передач грузовых автомобилей является совершенствование их конструкции, повышение надёжности, долговечности, снижение вибрации узлов и агрегатов.

### **Литература**

1. Автомобиль / под ред. А. Н. Островцева. – М. : Машиностроение, 1996.
2. Автомобиль. Учебник водителя 3 класса / В. С. Калицкий [и др.]. – М. : Транспорт, 1988.
3. Конструкции автомобилей / под ред. А. И. Гришкевича. – Минск : Вышэйшая школа, 1995.
4. Вишняков Н. Н. Автомобиль. Основы конструкции / Н. Н. Вишняков, В. К. Вахламов, А. Н. Нарбут. – М. : Машиностроение, 1996.
5. Афанасьев, Л. Л. Справочник автомобильного механика / Л. Л. Афанасьев, В. А. Илларионов. – М. : Машиностроение 1999.
6. Гришкевич, А. И. Проектирование трансмиссий автомобилей: справочник / А. И. Гришкевич. – М. : Машиностроение, 1994.

УДК 628.18

### **Автомобильные инновационные разработки 21 века**

Зинович К. Ю.

Белорусский национальный технический университет

*Почти во всех прогнозах на будущее говорится о летающих автомобилях в 21 веке? И хотя конкретно этот революционный прорыв еще не получил широкого распространения, трудно отрицать, что современные транспортные средства представляют собой чудеса технологий. Инновации, расширяющие возможности и улучшающие характеристики автомобилей текущего и следующего поколений, относятся к четырем важнейшим областям: беспилотное управление, энергоэффективность, способность к подключению к сети и электроника.*

### **Стимулы и задачи инноваций в автомобилестроении**

Чего надеются достичь конструкторы и автопроизводители с помощью новых технологий? На самом общем уровне, автомобильные инновации