

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БЕЗОТКАЗНОСТИ РУЛЕВОГО ПРИВОДА ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

*М.Н. Басалаев, Д.В. Гавриленко, студенты гр. 10Б30*

*Научный руководитель: Чернухин Р.В., к.т.н.*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского*

*Томского политехнического университета*

*652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

В общем объеме грузоперевозок автомобильные грузопотоки ежегодно возрастают, с каждым годом растет автомобильный парк. Вместе с ростом количества автомобилей возрастает нагруженность автомобильных дорог, а вместе с ней и аварийность. Росту аварийности способствует многообразие факторов. Одной из причин аварийности является техническое состояние транспортных средств.

Основными мероприятиями для обеспечения безотказной и долговечной работы машины, в том числе автомобиля, принято считать [1]:

1. Обкатку машин
2. Соблюдение режимов работы машины
3. Соблюдение рекомендаций заводов-изготовителей по применению топлива и смазочных материалов
4. Проведение периодических технических осмотров
5. Организацию технического обслуживания и создание для его проведения необходимой материальной базы

Установлено, что основной причиной выхода из строя машин является появление постепенных отказов, т.е. причина изменения исходных характеристик – изнашивание ее элементов. Таким образом, остановив или замедлив процессы изнашивания можно обеспечить максимальную работоспособность машины.

На интенсивность изнашивания оказывают влияние факторы, которые делятся на конструктивные, технологические и эксплуатационные. Потребитель не может изменить конструкцию и технологию изготовления, поэтому обеспечить работоспособность машины и уменьшить интенсивность изнашивания возможно лишь с помощью эксплуатационных методов [2].

К таким методам относятся:

- обкатка машин;
- соблюдение режимов работы;
- применение антифрикционных материалов и смазки;
- проведение технического обслуживания и диагностирования.

Следует отметить, что комплексное проведение этих мероприятий позволяет лишь снизить интенсивность изнашивания, поскольку износ машины – процесс неизбежный.

В особую группу необходимо выделить обслуживание тех систем, которые отвечают за безопасную эксплуатацию. К таким системам в частности относят рулевое управление.

В России для рулевого управления основным параметром, определяющим допуск к эксплуатации, является суммарный рулевой люфт. Его предельно допустимые значения представлены в табл.1.

При увеличении суммарного рулевого люфта возникают произвольные колебания рулевого управления, затрудняется управляемость автомобиля, снижается устойчивость прямолинейного движения. Кроме того, появление увеличенных зазоров в одних сопряжениях вызывает повышенное изнашивание других [3].

Таблица 1

Предельные значения величины суммарного люфта рулевого колеса  
(в соответствии с ГОСТ Р 51709-2001 «Автотранспортные средства Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки»)

Транспортное средство	Суммарный люфт, не более, град
Легковые автомобили	10
Автобусы	20
Грузовые автомобили	25

Необходимо отметить, что суммарный рулевой люфт – это обобщающий и косвенный параметр, и его ухудшение связано с износом или ослаблением крепления рулевого механизма и рулевого привода. Таким образом, кроме определения суммарного люфта, необходимо проведение углублен-

ного, поэлементного диагностирования всех сопряжений, влияющих на величину рулевого люфта. Кроме того, значение суммарного рулевого люфта, находящееся в пределах нормы, не всегда указывает на исправность рулевого управления.

Доля отказов рулевого управления составляет 6-8% от общего числа отказов [4], а наибольшее влияние на появление повышенного люфта оказывает износ рулевых шарниров. В свою очередь, основными причинами выхода из строя рулевых шарниров является механический износ пальца и вкладыша, разрыв защитной манжеты и поломка пружины.

В процессе эксплуатации нового пальца и вкладышей поступление смазки в пятно их контакта осуществляется по специальным каналам. В результате изнашивания вкладыша, глубина смазочных каналов уменьшается и наступает такое состояние, когда при обслуживании шарнира смазка практически не поступает в зону трения (рис.2). Внешне полный износ канавок никак не проявляется и определить износ без разборки узла проблематично, а с разборкой – достаточно трудоемко.



Рис. 1. Элементы рулевого шарнира автомобиля КамАЗ



Рис. 2. Новый верхний вкладыш (слева) и изношенный (справа). На новом вкладыше отчетливо видны смазочные каналы, на изношенном они практически отсутствуют

Поскольку износ по поверхности идет неравномерно, то в верхней части вкладыша глубина канавок уменьшается быстрее и происходит это до тех пор, пока канавка не исчезнет совсем. В результате самая нагруженная часть поверхности вкладыша работает в условиях недостаточной смазки. По результатам исследований [5] скорость изнашивания шарового шарнира без смазки возрастает в 14 раз. Этим можно объяснить нелинейный характер закономерности износа этого сопряжения. Таким образом, можно говорить о предельном состоянии рулевого шарнира, когда полностью изношены верхние части смазочных канавок.

Для определения зависимости изнашивания шарниров и сопряжений рулевого привода от пробега автомобиля были проведены испытания. Испытания проводились в условиях рядовой эксплуатации. В период наблюдений были зафиксированы такие внезапные отказы рулевого управления

как заклинивание шкворня (вследствие проворачивания втулки), поломка пружины шарнира, износ соединения палец-вкладыши, трещина верхнего вкладыша. Трещины верхнего вкладыша часто образуются из-за технологического дефекта. Так на рисунке 2 заметно, что смазочная канавка выполнена на одном уровне с пазом для фиксации вкладыша в корпусе наконечника. В результате возможно образование трещины в этом месте уже на этапе сборки рулевого шарнира.

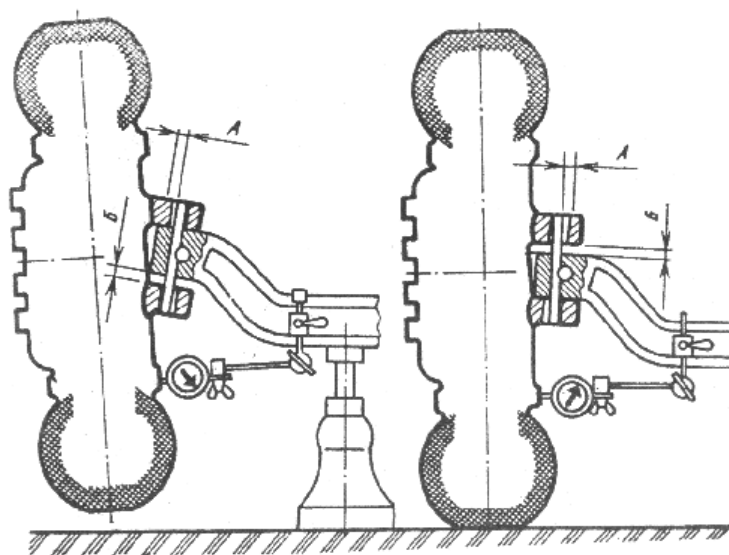


Рис. 3. Проверка радиального зазора шкворня с помощью прибора НИИАТ Т1  
А – радиальный зазор, Б – осевой зазор, контролируемый щупом

Состояние шкворневого соединения оценивалось по двум параметрам: осевому и радиальному зазору. Осевой зазор шкворня не оказывает такого влияния на управляемость автомобиля, как радиальный, однако его повышенное значение вызывает интенсивное изнашивание шкворневого соединения и увеличение радиального зазора. Осевой зазор определяется с помощью плоского щупа. Его величина определяется состоянием опорного подшипника.

Контроль радиального зазора и зазора в подшипниках ступиц проводился с помощью прибора НИИАТ Т1 (КИ-4892) известного в литературе и практике.

По мере изнашивания рулевого пальца и его вкладышей пружина наконечника разжимается, уменьшается ее упругость, а вкладыши пальца сближаются (см. рис.4 и 5) и увеличивается значение осевого хода пальца шарнира в корпусе наконечника рулевой тяги. Именно этот осевой ход (или зазор) был принят в качестве контрольного параметра.

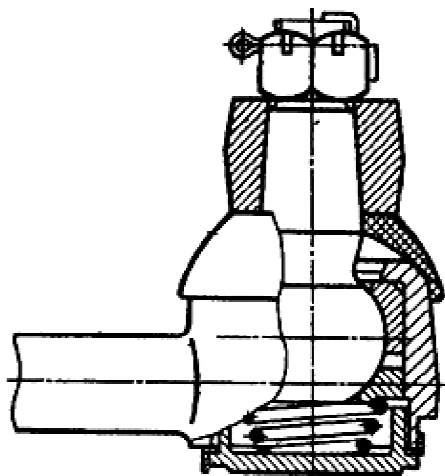


Рис. 4. Рулевой шарнир в сборе



Рис. 5. На изношенном шарнире (слева) заметно сближение вкладышей. Расстояние между вкладышами у неизношенного сопряжения (справа) значительно больше

Особенность испытания рулевого привода в условиях эксплуатации заключается в том, что его элементы нельзя испытывать до разрушения из соображений безопасности. Согласно Нормативам диагностических параметров трансмиссий и ходовой части автомобилей номинальное значение радиального зазора шкворневого соединения автомобилей должно находиться в пределах 0,2...0,5 мм, осевой зазор 0,3...1 мм. Зазор в ступичных подшипниках не допускается. Предельными значениями радиального зазора считается зазор более 0,75 мм, осевого – более 1,5 мм. За максимальное значение осевого зазора рулевых шарниров примем фиксированное значение, равное 7 мм.

На рисунке 6 представлены графики зависимостей изнашивания шарниров рулевого привода от пробега автомобиля.

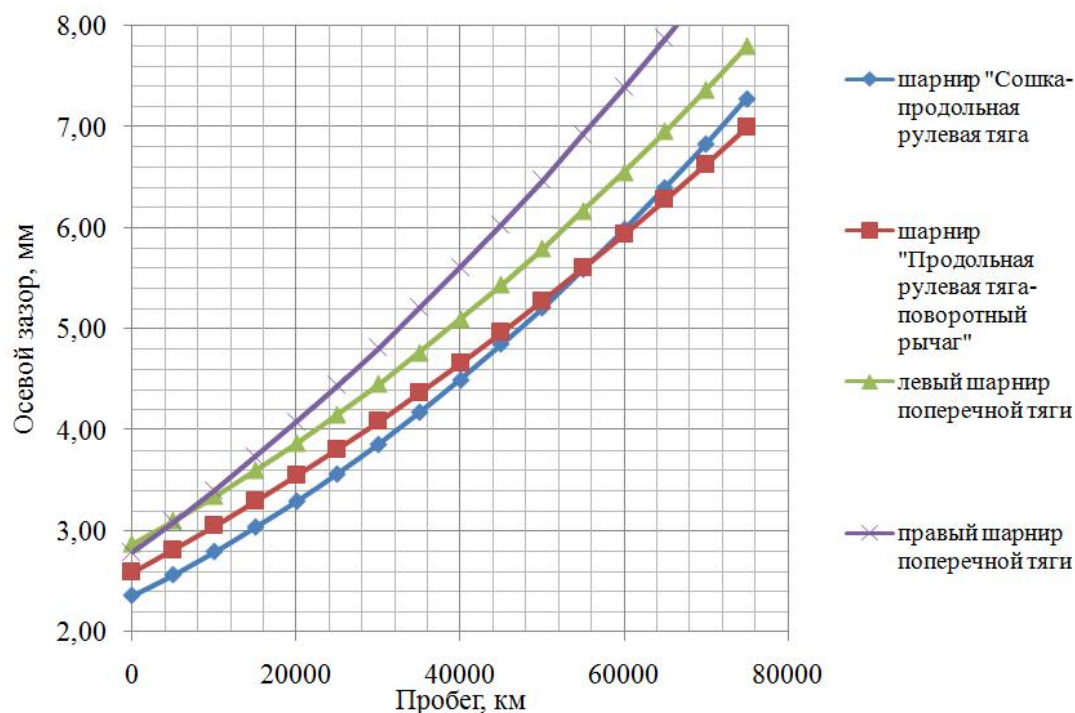


Рис. 6. Зависимость износа рулевых шарниров от пробега

Из графиков видно, что темп нарастания износа мал, следовательно, можно принять, что для данных сопряжений рулевого привода характерна линейная зависимость в диапазоне нормального износа.

Для оценки надежности автомобилей служат единичные и комплексные показатели. Поскольку надежность любого объекта является комплексным свойством, включающим в себя безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость, то и показатели разделяются также на четыре группы. ГОСТ Р 27.002-89 определяет более двадцати таких показателей. Одним из основных показателей безотказности для восстанавливаемых объектов является вероятность безотказной работы.

В соответствии с методикой [6, 7] и на основании полученных данных определены эмпирические выражения для математического описания процессов изнашивания. На рисунках 7 и 8 представлены зависимости вероятности безотказной работы и осевого зазора рулевых шарниров, шкворневых соединений и зазора в ступичном подшипнике.

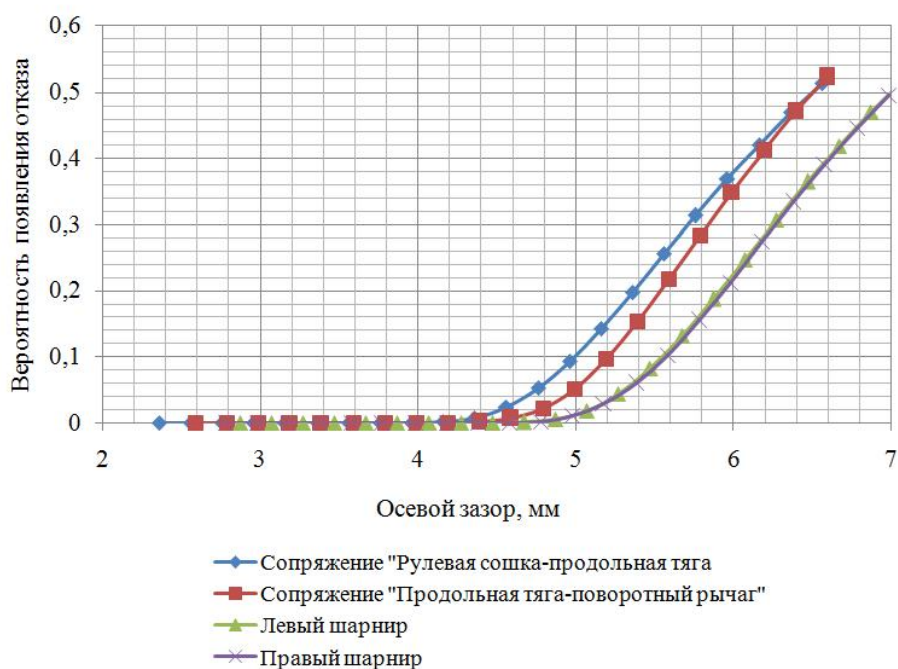


Рис. 7. Зависимость вероятности постепенного отказа сопряжений продольной и поперечной тяги рулевого привода

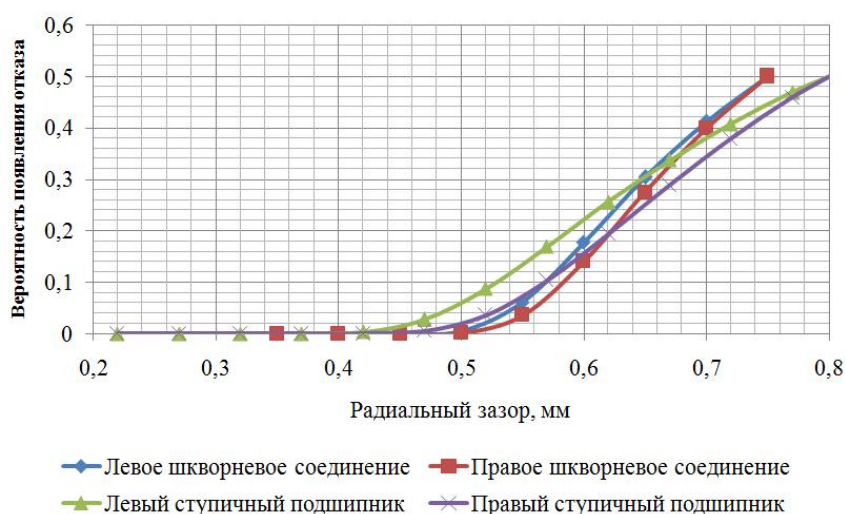


Рис. 8. Зависимость вероятности постепенного отказа шкворневых соединений и подшипников ступицы

Полученные зависимости позволяют оценить количественно надежность исследуемых сопряжений.

В результате выполненной работы получена зависимость изнашивания сопряжений рулевого привода грузовых автомобилей марки «КамАЗ». Выявлено, что зависимость на участке нормального износа имеет характер близкий к линейному. На основании экспериментальных данных определены эмпирические формулы и построены зависимости вероятности постепенного отказа сопряжений рулевого привода от величины их износа в процессе эксплуатации.

Литература.

1. Курчаткин В.В. Надежность и ремонт машин. – М.: Издательство «Колос», 2000. – 776 с.
2. Привалов П. В., Чернухин Р. В. Методические основы исследования эксплуатационной надежности машин // Ремонт, восстановление, модернизация. – 2011. – №. 5 – С. 38-42.
3. Раймпель Й. Шасси автомобиля: рулевое управление: Пер. с нем./ Й. Раймпель. -М.: Машиностроение, 1987.-232 с.
4. Чернухин Р. В., Соболев С. В., Обухов А. В. Выявление доли отказов рулевого управления грузовых автомобилей // Современные проблемы транспортного комплекса России: Межвузовский сборник научных трудов / под ред. А.Н. Рахмангулова. – Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова. – 2013. – Вып. 3. – С. 247-251.
5. Кузьменко А.Г. Износ в шаровых опорах рулевого управления автомобиля (расчеты и испытания) / Кузьменко А.Г., Сытник С.В. // Проблемы трибологии. – 2008. –№3. – С.94-120
6. Чернухин Р. В. Теоретические основы определения вероятности безотказной работы большегрузных автомобилей // Горный информационно-аналитический бюллетень (научно-технический журнал). - 2012 - №. ОВ3 - С. 310-315.
7. Chernukhin R. V. Reliability of the steering gear of truck vehicles // Applied Mechanics and Materials. – 2013 – Vol. 379. – p. 36-42.

## ВОССТАНОВЛЕНИЕ И УПРОЧНЕНИЕ РАБОЧИХ ОРГАНОВ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ МАШИН

*В.В. Усольцев, студент группы 10400*

*Научный руководитель: Коноводов В.В., к.т.н., профессор*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского*

*Томского политехнического университета*

*652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26*

Сельскохозяйственное производство в настоящее время все еще находится в тяжелом экономическом положении. Парк тракторов автомобилей и сельскохозяйственных машин продолжает стареть. В связи с этим особую актуальность приобретает развития и совершенствования ремонтного производство [1].

Для полного выполнения технологического процесса в растениеводстве сельское хозяйство, согласно данным Минсельхоза, на 01.01.2014 г. имеет 469,5 тыс. тракторов, 135 тыс. плугов, 177тыс. культиваторов, 213 тыс. сеялок.

В процессе эксплуатации сельскохозяйственных машин и механизмов детали, которых работают в жестких условиях вызывающих интенсивный износ рабочей поверхности. Интенсивность и характер износа металла зависит от природы и свойств почвы, а также от условий взаимодействия с почвой рабочих органов. Один из наиболее распространенных видов изнашивания деталей - абразивное изнашивание, определенное процессами непосредственного взаимодействия рабочих поверхностей с мелкими твердыми абразивными частицами. Такой вид изнашивания - характерен для условий эксплуатации почвообрабатывающих машин, рабочих органов землеройных машин и парода разрушающих инструментов [2].

Основными факторами определяющими абразивный износ рабочих органов почвообрабатывающих машин является механический состав почвы, влажность, плотность и однородность почвы, скорость движения и форма детали контактирующая с почвой, свойства материала из которого изготовлены эти детали.

В нашей стране сложилась негативная ситуация по обеспечению сельхозпроизводителей запасными частями почвообрабатывающих машин: корпусов плугов, полевыми досками, отвалами, лемехами, стрелчатыми лапами, ножами. Производство данных деталей не соответствует требованиям по качеству и ресурсу, технический уровень очень низкий [3].